

Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Scuola di Dottorato in architettura
Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica
Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura

Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura
XXII ciclo

dottoranda: Alessia Guarnaccia

Tutor: prof. Arch. Sergio Pone

Cotutors:

prof. Ing. Ignazio Crivelli Visconti
Dipartimento di Ingegneria dei Materiali
Università degli Studi di Napoli "Federico II"

prof. Pasquale Persico
Dipartimento di Scienze Economiche
e Statistiche - Università di Salerno

Partners:

Consorzio Nazionale per la Raccolta,
il Riciclaggio ed il Recupero
dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica
(COREPLA)

Erreplast S.r.l.

Laminam S.p.A.

anno accademico 2009/2010

ECO-PLASBRICK

Sviluppo e sperimentazione di un sistema edilizio
ecosostenibile realizzato con l'impiego di materiali ceramici
e plastiche miste, provenienti dalla raccolta differenziata

Il coordinatore
prof. Arch. Mario Losasso

Indice

CAP. 1 IL CONFINE TRA RIFIUTO E NON RIFIUTO: LE MATERIE PRIME SECONDE

1.1 Le materie prime seconde: la sfida di riconvertire in materia prima ciò che era diventato scarto

1.2 La questione dei rifiuti nell'attuale modello dei consumi

1.3 Il confine tra rifiuto e non rifiuto e la valorizzazione dei materiali: recupero, riciclaggio e riutilizzo

1.4 L'industria del riciclo in Italia e in Europa

CAP. 2 LA PLASTICA: CAMPO DI RICERCA

2.1 Gli imballaggi nell'attuale sistema economico, il concetto di packaging: sviluppo industriale e funzione socio-economica

2.2 Imballaggi in plastica: il rifiuto diventa risorsa

2.3 La plastica: produzione, raccolta e riciclo. Dati in Italia, in Europa e nel mondo

2.4 Proprietà e applicazioni del polimero vergine e di quello riciclato

2.5 La normativa di riferimento degli imballaggi e dei riciclati di materie plastiche

2.6 Il processo di selezione e riciclo degli imballaggi plastici provenienti da raccolta differenziata (RD), il prodotto finale (flakes) e il suo utilizzo

2.7 Plastiche miste post-consumo: il prodotto di scarto del processo di selezione degli imballaggi plastici provenienti da raccolta differenziata

CAP. 3 L'EDILIZIA: CAMPO DI APPLICAZIONE

3.1 I consumi energetici imputabili all'edilizia e alla residenza: la necessità di un approccio ecosostenibile

3.2 L'industria come protagonista della trasformazione della nuova materia prima seconda in un componente edilizio: il paradigma costruttivo della Tecnologia Stratificata a Secco

3.3 Individuazione dell' esistenza in commercio di componenti edilizi ecosostenibili che riutilizzano i prodotti di scarto: definizione delle caratteristiche, premialità e criticità

CAP. 4 UN PANNELLO SANDWICH CON PLASTICHE MISTE POST-CONSUMO: IPOTESI INIZIALI E VERIFICHE SPERIMENTALI

4.1 Plastiche miste post-consumo in edilizia: l' ipotesi iniziale

4.2 Definizione della forma del componente e del suo processo di produzione: il pannello sandwich come possibile declinazione

4.3 Lam'SlabTM: il prodotto innovativo utilizzato come possibile soluzione della pelle esterna

4.5 La sperimentazione: realizzazione del provino in laboratorio. Verifica della possibilità di evitare collanti per l'attacco dello strato di grès porcellanato al *core* in PLASMIX

CAP. 5 UN' APPLICAZIONE DEL PANNELLO SANDWICH DI PROGETTO: IPOTESI DI UN NUOVO SISTEMA DI FACCIATA VENTILATA

5.1 La facciata ventilata come possibile applicazione del pannello di progetto: definizione delle caratteristiche principali del nuovo sistema

5.2 Il rivestimento e il dimensionamento degli elementi del paramento esterno

5.3 La struttura di supporto e la progettazione della sua interfaccia con il paramento esterno

CAP. 6 CONCLUSIONI

5.1 Obiettivi raggiunti dalla ricerca: fattori di successo e criticità ancora irrisolte

5.2 Prospettive di ulteriore avanzamento della ricerca

CAP. 1. IL CONFINE TRA RIFIUTO E NON RIFIUTO: LE MATERIE PRIME SECONDE

1.1 Le materie prime seconde: la sfida di riconvertire in materia prima ciò che era diventato scarto

«E' nel perenne equilibrio tra conoscenze acquisite e atteggiamento innovativo che si esprime il senso della progettualità in architettura, come capacità di porre situazioni alternative, ma adeguate, ai bisogni rinnovati del tempo.»¹. L'ipotesi iniziale da cui si può considerare partita la ricerca di Dottorato dal titolo "ECO-PLASBRICK. Sviluppo e sperimentazione di un sistema edilizio ecosostenibile realizzato con l'impiego di materiali ceramici e plastiche miste, provenienti dalla raccolta differenziata" è stata quella di indagare le possibilità di un'applicazione delle plastiche miste post-consumo, il prodotto di scarto del processo di selezione degli imballaggi plastici provenienti da raccolta differenziata, nel settore dell'edilizia. Il settore delle costruzioni, e il suo indotto, rappresenta storicamente un comparto trainante dell'economia sia europea, sia italiana, dove ha sempre avuto un ruolo strategico². In particolare oggi in Italia, il settore dell'edilizia, con i suoi 2.500.000 di occupati (tra costruzioni e indotto) e la capacità di contribuire per il 18% alla realizzazione del Prodotto Interno Lordo Nazionale (PIL), è considerato una delle leve, forse la più importante, su cui puntare per far ripartire il sistema Paese in uno scenario dei mercati e dell'economia fortemente preoccupante e in recessione come quello attuale³.

¹ Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, edizioni Libreria Clup, Milano 2003, pag. 268

² In Europa gli investimenti per le costruzioni ammontano, nel 2007, a 1.304 miliardi di euro; il settore rappresenta il 10,7% del PIL e comprende quasi 3 milioni di imprese, di cui il 95% rappresentato da piccole e medie imprese con meno di 20 addetti. I principali mercati, in termini di produzione e numero di imprese, sono rappresentati da Germania, Spagna, Gran Bretagna, Francia e Italia. In Italia, storicamente, l'edilizia rappresenta un comparto core nell'ambito dell'industria manifatturiera. *Fonte FIEC (European Construction Industry Federation), Annual Report, 2008*

³ "Tenere acceso e alimentare il fondamentale e vitale motore rappresentato dall'edilizia significa dare all'economia reale una vera e forte chance per ripartire. Il settore delle costruzioni rappresenta una delle leve su cui puntare per far ripartire il Paese: servono risorse per le infrastrutture e un piano per l'edilizia abitativa che oltre a far fronte all'emergenza sociale investa nella riqualificazione urbana e nella modernizzazione del territorio" Paolo Buzzetti, Presidente Associazione Nazionale Costruttori Edili (ANCE)

Il progetto in quanto luogo della ricerca e della sperimentazione assume quella dimensione euristica che gli è propria, laddove «l'euristica non è disvelamento di una novità perduta, ma è individuazione di un percorso, volta a volta diverso, che orienti e disciplini l'operare inventivo. Percorso che accolga allo stesso tempo le anomalie che possono presentarsi e sappia trasformarle coerentemente in progressivi "slittamenti" sui quali costruire il progetto, con una scelta di metodo che non è diversa dal sistema di indagine più propriamente scientifico⁴, in un movimento autogeno di accettazione di ipotesi ausiliarie, di confutazioni e di verifiche, che costituisce l'essenza stessa dell'esperienza innovativa»⁵. In questa prospettiva progettuale la ricerca e l'innovazione tecnologica sono elemento fondamentale per innescare una nuova stagione di sviluppo socio-compatibile.

Quando si ragiona in termini di sostenibilità, diventa necessario adottare un'ottica più ampia, che sia in grado di prendere in considerazione l'intero sistema di relazioni in cui si colloca ogni attività e ogni prodotto fatto dall'uomo. «Tutti i materiali immessi sul mercato sono destinati, presto o tardi, a trasformarsi in rifiuti e tutti i processi produttivi generano rifiuti. Anche i processi di recupero dell'energia o dei materiali contenuti nei rifiuti producono residui non ulteriormente recuperabili che devono essere smaltiti»⁶. Un approccio efficace deve strutturarsi all'interno di un processo globale e prendere in considerazione l'insieme della vita della risorsa, a partire dall'estrazione, passando per l'utilizzo in quanto prodotto, fino allo stato di rifiuto.

Per ragioni di sostenibilità ambientale, oltre che in alcuni casi di scarsità delle risorse e di costi economici, la «massimizzazione del recupero delle materie prime dai rifiuti diventa uno degli obiettivi irrinunciabili per una crescita globale che limiti gli impatti irreversibili sull'ambiente»⁷. La sfida non è quella di produrre, ma è quella di ri-produrre, riconvertendo, cioè, in materia prima ciò che era diventato scarto; in questo modo, oltretutto, il

⁴ Lakatos, cit. in Motterlini, 1995, p. 143 e segg.

⁵ Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, edizioni Libreria Clup, Milano 2003, p. 252

⁶ Comunicazione della Commissione europea, del 27 maggio 2003, intitolata: "Verso una strategia tematica di prevenzione e riciclo dei rifiuti" - Gazzetta Ufficiale n. 76 del 25 marzo 2004, pag. 11

⁷ Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, pag. 16

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

prodotto si arricchisce di un valore aggiunto incalcolabile generato dal fatto di rendere un servizio alla comunità.

In quest'ottica è partita l'attività di ricerca in oggetto, condotta in collaborazione con il Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA⁸ - il Consorzio che, nel sistema CONAI⁹, si occupa di materie plastiche) e che ha interessato le plastiche miste post-consumo, il prodotto di scarto di un procedimento che recupera materiali da rifiuti (in particolare trattasi del processo di selezione degli imballaggi plastici provenienti da raccolta differenziata), e che produce come output una materia prima seconda riutilizzata in altri settori industriali, diversi da quello a cui apparteneva il prodotto originario¹⁰.

La ricerca ha visto anche il coinvolgimento di 2 realtà produttive aziendali: Erreplast S.r.l. e Laminam S.p.A.

E' un dato ormai largamente acquisito quello che il mercato delle materie seconde (o secondarie) è un mercato mondiale¹¹. La crescita del commercio globale delle materie prime secondarie¹² ha due principali driver economici:

⁸ Il COREPLA nasce con D. Lgs. 22/97 (c.d. "Decreto Ronchi") per organizzare la raccolta dei rifiuti di imballaggi in plastica. Conta ad oggi 2.623 imprese consorziate e appartenenti alle seguenti categorie: a) imprese produttrici di materie plastiche per la produzione di imballaggi; b) imprese produttrici di imballaggi in plastica; c) imprese utilizzatrici di imballaggi in plastica; d) imprese che svolgono attività di riciclo dei rifiuti di imballaggio in plastica. Opera prevalentemente in riferimento ai cosiddetti "imballaggi primari" conferiti principalmente al servizio pubblico (RD), mentre gli "imballaggi secondari e terziari" (di provenienza industriale e commerciale) vengono normalmente conferiti da superficie privata e gestiti dai cosiddetti riciclatori indipendenti.

⁹ Il Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI) conta sei Consorzi (CIAL, Consorzio Nazionale Acciaio, COMIECO, RILEGNO, COREPLA, COREVE) rappresentativi rispettivamente dei materiali (Alluminio, Acciaio, Carta, Legno, Plastica, Vetro), utilizzati come materie prime per la produzione di imballaggi. Ai 6 Consorzi spetta: organizzare i sistemi di raccolta e recupero dei quantitativi immessi a consumo, stabilire il contributo ambientale (CAC) con il quale finanziare e sostenere l'attività di raccolta/recupero/riciclo, dichiarare i quantitativi raccolti e riciclati e stabilire, infine i programmi di sviluppo.

¹⁰ Cfr capitolo successivo

¹¹ Kojima Michikazu (International Trade of Recyclable Resources in Asia, Institute of Developing Economies, 2005) documenta la diffusione dell'impiego industriale di materiali di recupero nelle economie asiatiche e l'esistenza di una catena internazionale di trattamenti specializzati (la rete internazionale del riciclo).

¹² Il commercio internazionale dei rifiuti anche riciclabili è regolato dalla Convenzione di Basilea, adottata nel 1989 ed entrata in vigore nel 1992.

la rilocalizzazione delle capacità produttive in paesi con più bassi costi produttivi (ma spesso privi di materie prime) e la generazione dei flussi di materie seconde (da processi di consumo) in paesi diversi da quelli di produzione (disaccoppiamento tra luoghi di consumo, cioè di impiego, e luoghi di produzione)¹³.

La disponibilità di materie prime seconde (o secondarie) è oggi fondamentale per una pluralità di settori industriali, e lo è oggi più di ieri su scala globale¹⁴, infatti la globalizzazione dei mercati e la nuova divisione internazionale del lavoro e della produzione industriale, con l'emergere di nuove economie, come quelle asiatiche (nella funzione di grande manifattura planetaria) hanno ridisegnato l'intero mercato delle materie prime e seconde. In particolare, la forte crescita dell'economia globale e l'emergere di paesi ancora privi di fondamentali infrastrutture e beni di consumo, richiede grandi quantità di materie prime e seconde per soddisfare i nuovi mercati interni, «con un ritorno anche delle tradizionali commodities indispensabili nelle fasi di crescita, di costruzione delle infrastrutture, di diffusione del benessere sociale»¹⁵. Anzi la dimensione della globalizzazione stessa può essere fotografata considerando l'esplosione della domanda, nel settore delle materie prime secondarie, da parte della maggior parte delle economie emergenti, in particolari asiatiche¹⁶, ad esempio quella cinese¹⁷. D'altra parte

¹³ Banca dati Comtrade delle Nazioni Unite

¹⁴ Il tasso di crescita del commercio internazionale delle materie seconde è stato analogo o superiore al tasso di crescita complessivo del commercio internazionale. Tra il 2002 e il 2006, ad esempio, il valore delle importazioni di scarti plastici, su scala mondiale, passa da 1,6 miliardi di dollari a 5,6 miliardi di dollari, mentre il valore delle importazioni dei rottami non ferrosi passa da 9,6 a 32,1 miliardi di dollari. Per tutti i materiali e nelle tre importanti macroaree di Asia, UE, e Nord America si registra una crescita sia delle importazioni sia delle esportazioni, anche se dentro un processo di redistribuzione geografica della produzione e del consumo di materie seconde (Fonte: *Banca dati Comtrade delle Nazioni Unite*)

¹⁵ Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, pag. 63

¹⁶ L'Asia passa dal 43% al 53% del commercio di metalli ferrosi, dal 33% al 65% dei maceri di carta, dal 33% al 50% dei rottami di alluminio, dal 70% all'83% del commercio di scarti plastici. Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, pag. 50

¹⁷ Le importazioni di carta da macero della Cina sono passate in un decennio (dal 1997 al 2007) da 1,6 a 22,5 milioni di tonnellate; quelle di rifiuti di plastica nello stesso decennio da 0,5 a 6,9 milioni di

la forte domanda delle economie emergenti eccede largamente i tempi di generazione del rifiuto e del ciclo d'uso dei prodotti¹⁸, inoltre, proprio laddove si concentra la domanda, sono carenti le infrastrutture sociali e ambientali che permettono di ottimizzare il recupero dei rifiuti. Per questo motivo questa crescente domanda può essere sostenuta, mantenendo la stabilizzazione o la contrazione dell'estrazione di materie prime (e delle energivore lavorazioni primarie), solo da un'ulteriore crescita della capacità di recupero nei Paesi occidentali e dallo sviluppo di un sistema integrato di gestione dei rifiuti nei paesi emergenti. Nelle economie emergenti, poi, l'impiego di materie seconde genera benefici ambientali, per unità di prodotto sostituito, maggiori che nei paesi occidentali (caratterizzati da processi di produzione energetica considerati relativamente "più puliti")¹⁹. Rispetto a questo quadro di riferimento, l'Italia, anche se resta essenzialmente un paese importatore di materie seconde, ha visto fortemente crescere, in alcuni settori, le esportazioni di rifiuti riciclabili²⁰. All'interno di questo aumento si è anche verificato un marcato spostamento dai mercati interni all'Europa a quelli extraeuropei (in primo luogo asiatici)²¹. La composizione dell'export nazionale conosce quindi una rivoluzione, invece si mantiene stabile il panorama delle importazioni, dove

tonnellate, le importazioni di rottami ferrosi da 1,8 a 10,1 milioni di tonnellate nel 2005 (scendendo poi, anche per ragioni politiche a 3,4 milioni di tonnellate nel 2007) quelle di rottami di alluminio da 300.000 a oltre 2 milioni di tonnellate. (Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*)

¹⁸ "Mentre per gran parte della carta il ciclo d'uso è anche inferiore all'anno, già per le materie plastiche il ciclo d'uso è pluriennale (escludendo gli imballaggi) e per i metalli è nell'ordine dei decenni. I rottami di oggi, se si escludono gli scarti di produzione, sono costituiti da materiali prodotti, accumulati e usati da 15-30 anni." Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, pag.47

¹⁹ Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, pag.16

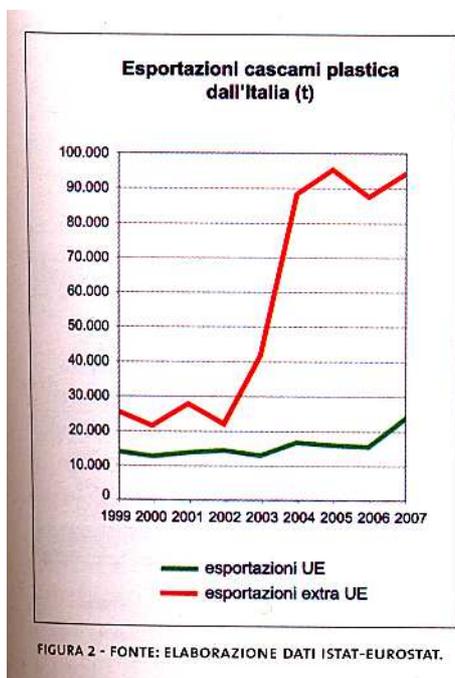
²⁰ Nel settore delle materie plastiche le esportazioni tra il 1999 e il 2007 si sono triplicate passando da 39.000 a 117.000 tonnellate, mentre le importazioni sono cresciute da 136.000 a 197.000 tonnellate. (Fonte: Istituto Commercio Estero, ICE Sistema informativo Nazionale per il Commercio Estero 2008)

²¹ Nel settore delle materie plastiche le esportazioni extra-comunitarie sono ormai pari all'80% del totale (erano il 60% nel 2002), con la Cina che assorbe oggi circa i 2/3 delle esportazioni. (Fonte: Istituto Commercio Estero, ICE Sistema informativo Nazionale per il Commercio Estero 2008)

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

l'approvvigionamento italiano è marcatamente europeo (soprattutto da Germania e Francia).



Esportazioni plastica dall' Italia. Fonte dati ISTAT-EUROSTAT

PLASTICA					
	2002	2006		2002	2006
IMPORTAZIONI	TONNELLATE	TONNELLATE	ESPORTAZIONI	TONNELLATE	TONNELLATE
FRANCIA	45.693	67.759	CINA, HONG KONG	7.640	68.072
GERMANIA	31.831	36.551	USA	10.687	9.502
BELGIO	3.786	21.185	FRANCIA	5.611	7.255
SVIZZERA	5.950	8.285	GERMANIA	3.739	3.935
AUSTRIA	4.968	6.291	MAROCO	391	2.431
MONDO	121.774	172.604	MONDO	35.495	102.083

Paesi partner dell'Italia. Fonte UN COMTRADE,2008

1.2 La questione dei rifiuti nell'attuale modello dei consumi

I Paesi industrializzati si trovano a confrontarsi con una sempre crescente quantità di rifiuti e con l'inevitabile impatto che questi generano sull'ambiente. L'attenzione maggiore e le preoccupazioni più allarmanti si concentrano sui rifiuti solidi urbani (RSU) generati nelle grandi concentrazioni metropolitane, che tendono ad un continuo aumento in ragione degli stessi modelli di consumo oggi imperanti ²². Nella terza

²² "l' aumento dei rifiuti (al quale gli RSU contribuiscono sensibilmente) è collegato al livello di attività economica, visto che tra il 1995 e il 2003 sia la produzione di rifiuti solidi urbani che il PIL

valutazione dell'ambiente in Europa²³, l' Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA) afferma: «Le quantità totali di rifiuti continuano ad aumentare nella maggior parte dei paesi europei. La produzione di rifiuti urbani è elevata e continua a crescere».

L'Unione Europea e l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economici (OCSE) hanno espresso in più occasioni la loro preoccupazione per un trend di crescita nella produzione dei rifiuti che tende a travalicare qualunque strategia di contenimento. Tra il 1995 e il 2003 gli RSU sono aumentati del 19%²⁴. Secondo le stime dell'OCSE, la produzione di rifiuti solidi urbani nei paesi europei aumenterà del 43% tra il 1995 e il 2020 arrivando a 640 Kg procapite, che significherebbe una produzione pro capite di rifiuti di imballaggio pari a circa 220 Kg anno contro i 155 Kg attuali²⁵. In Italia si registra un aumento della produzione dei rifiuti sia in termini assoluti (passata dai circa 110 Mln/ton del 2000 agli oltre 130Mln/ton del 2004) che pro capite (per gli RSU dai circa 500 kg/a del 2000 ai 533 kg/a del 2004)²⁶. L' Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA-European Environment Agency) , nella Quarta valutazione dell'ambiente in Europa, ha rilevato che la produzione annuale di rifiuti nell'UE a 25 + EFTA (Associazione Europea del Libero Scambio) è stimata tra i 1.750 e i 1.900 milioni di tonnellate, ossia 3,8 - 4,1 tonnellate di rifiuti pro capite (i rifiuti di carta/cartone, vetro e plastica aumenteranno del 40% entro il 2020 rispetto al 1990). È comunque difficile valutare con precisione le tendenze in materia, vista la carenza di

sono aumentati del 19% nell'UE a 25" (giornata di lavoro sui rifiuti speciali organizzata dalla Commissione parlamentare di inchiesta sul ciclo dei rifiuti e sulle attività illecite ad esso connesse- 9 luglio 2007 - Sala Capitolare, Chiostro del Convento di S. Maria sopra Minerva)

²³ EEA, *Europe's environment: the third assessment*, Copenaghen, 2003, pag. 151

²⁴ L' Agenzia Ambientale Europea (EEA) nel 2008 ha calcolato che se volessimo spargere sul suolo tutti i rifiuti urbani dell'UE prodotti nel 2020 (ossia circa 340 milioni di tonnellate), i rifiuti ricoprirebbero un'area equivalente alla superficie del Lussemburgo con uno spessore di 30 cm oppure di Malta con uno spessore di 2,5 m.

²⁵ Comunicazione della Commissione europea, del 27 maggio 2003, intitolata: "Verso una strategia tematica di prevenzione e riciclo dei rifiuti" - Gazzetta ufficiale C 76 del 25 marzo 2004

²⁶ Dati del Ministero Ambiente italiano

dati inerenti i vari flussi di rifiuti ²⁷ in Europa, ma recenti relazioni forniscono indicazioni sulle tendenze in atto nel campo della produzione di rifiuti. Sempre secondo l'OCSE, anche altri importanti flussi di rifiuti, come i rifiuti industriali e i rifiuti da costruzione e demolizione, registreranno un aumento considerevole in futuro²⁸. La questione dei rifiuti²⁹ è intrinsecamente legata al modello di produzione e dei consumi³⁰, in altre parole al modello di sviluppo, al concetto stesso di crescita e di qualità della vita di una società. E' un tema che investe gli equilibri mondiali, il rapporto tra Paesi sviluppati e Paesi in via di sviluppo, economie già industrializzate ed economie emergenti. E' ormai riconosciuto che il percorso che i Paesi in via di sviluppo stanno affrontando per eliminare il *gap* che li separa dai Paesi sviluppati avviene lungo la strada già tracciata e percorsa da questi ultimi, una strada che, specie nelle fasi iniziali, richiede un forte tributo ambientale (è un modello che porta ad uno sfruttamento sempre più intenso delle risorse e, quindi, ad un'incidenza sempre più marcata su un ambiente dagli equilibri precari)³¹. Inoltre l'esigenza di veder soddisfatte le proprie necessità primarie

²⁷ Secondo le informazioni pubblicate dall' EEA - European Environment Agency la maggior parte dei rifiuti prodotti nell'UE rientra in cinque grandi flussi: i rifiuti delle industrie manifatturiere (26%), rifiuti delle industrie estrattive (cava e miniera) (29%), rifiuti delle attività di costruzione e demolizione (22%), rifiuti solidi urbani (14%) e una quota residua di rifiuti agricoli e forestali, di cui è particolarmente difficile stimare la quantità. Il 2% di questi rifiuti, ossia circa 27 milioni di tonnellate, sono rifiuti pericolosi.

²⁸ Comunicazione della Commissione europea, del 27 maggio 2003, intitolata: "Verso una strategia tematica di prevenzione e riciclo dei rifiuti" - Gazzetta ufficiale C 76 del 25 marzo 2004

²⁹ Il rifiuto è la coda di un processo che ha la sua testa nella produzione.

³⁰ L'attuale sistema di produzione, per sostenersi, richiede un consumo sempre più veloce e di quantitativi sempre più grandi di beni, la questione è ben rappresentata dalla diffusione dei beni "usa e getta": beni che transitano per poco tempo nella vita dei consumatori per esserne subito allontanati verso il loro destino di rifiuti.

³¹ Sebbene sia innegabile che il processo di industrializzazione abbia prodotto in alcune aree del sottosviluppo aumenti dell'occupazione nel settore secondario, della produzione e del reddito, i costi sociali, economici ed ambientali di questa trasformazione industriale sono stati elevatissimi. Al forte arricchimento delle ristrette *élites*, ha fatto da contraltare l'aumento della distanza tra la minoranza dei più ricchi e la moltitudine dei più poveri, questi ultimi, spinti sempre più ai margini, sono stati protagonisti - e continuano tutt'oggi ad esserlo - di due fenomeni che talvolta si sono susseguiti, talaltra intrecciati: a) la migrazione verso terre sempre più marginali, e pertanto più povere, determinata dall'invasione delle monoculture industriali da esportazione, che sempre più spazio hanno tolto e continuano a togliere alle colture locali, principali fonti dell'autoconsumo e, quindi, dell'autosussistenza; b) l'esodo, sempre più massiccio, verso le megalopoli dell'America latina,

e la stretta dipendenza dalle risorse naturali del proprio habitat non consentono ai consumatori dei Paesi in via di sviluppo di sviluppare subito quel certo grado di coscienza e sensibilità ambientale capace di trasformare il fattore ambiente da "free input" della produzione in "non free input". Il divario fra Nord e Sud del mondo ha un ruolo centrale nella crisi ambientale³² in atto, poiché povertà, sovrappopolazione e pressione sulla capacità di carico del pianeta sono così profondamente concatenate da aver prodotto una spirale sempre più grande e complessa e ciò, in un' economia globalizzata, porta a ripercussioni che gravano sul sistema nel suo insieme. Il punto focale del discorso è la compatibilità tra lo sviluppo economico e la salvaguardia ambientale³³. Per molti anni la dottrina economica dominante, quella basata sul postulato del "mercato autoregolantesi", ha ignorato qualsiasi elemento di distorsione del sistema economico, oppure l'ha considerato solo marginalmente. Pertanto anche il problema del degrado ambientale è stato a lungo interpretato come un' esternalità. In realtà, per le peculiarità che la caratterizzano, la "questione ambientale" assume una valenza transdisciplinare, legando tra loro i diversi campi di indagine dell'economia,

dell'Africa e dell'Asia, enormi periferie dove la popolazione, spinta dal miraggio del benessere ed in cerca di nuove prospettive, vive in condizioni subumane.

³² I paesi in via di sviluppo aumenteranno i loro consumi, la loro ricchezza aumenta in media del 4-5% all'anno (quella dei paesi industrializzati aumenta del 2% all'anno); i loro consumi energetici saranno presto il 50% del totale.

³³ Il dibattito riguardante la corretta gestione dell'ambiente e delle sue risorse vede scontrarsi "conservazionisti" e "preservazionisti". I "conservazionisti" considerano l'ambiente come una possibilità di sviluppo. Di conseguenza, essi ritengono che, pur conservando le caratteristiche essenziali di un dato habitat, una parte di quest'ultimo o alcune sue caratteristiche possano essere utilizzate per scopi commerciali al fine di promuovere lo sviluppo e raccogliere i benefici dallo stesso derivanti. I "preservazionisti", invece, considerano lo sviluppo industriale o commerciale come la causa del degrado ambientale e della distruzione delle risorse. Il loro obiettivo è la preservazione di un dato habitat nel suo stato naturale. Pertanto individuano nella conservazione un compromesso tra preservazione e sviluppo e, proprio per questo motivo, uno strumento di difesa ambientale inefficace, soprattutto quando un determinato ecosistema naturale rappresenta l'area minima necessaria alla sopravvivenza delle specie. I preservazionisti si rifanno ad un'ideologia "ecocentrica", che rifiuta la crescita economica e che assegna alla natura un valore intrinseco, ossia un valore proprio che non dipende dall'uso che gli uomini fanno di essa. Pur essendo - i conservazionisti - a favore di una gestione razionale delle risorse in quanto convinti che la sostituzione infinita tra le stesse non sia realistica e che comunque una crescita sostenibile sia un'alternativa realizzabile, basano il loro pensiero su una visione "antropocentrica" della natura, assegnando alla stessa un valore strumentale, ossia un valore che dipende dall'uso che gli uomini fanno dell'ambiente.

delle scienze naturali e sociali, della politica³⁴. Secondo la teoria dei limiti dello sviluppo³⁵ la difesa dell'ambiente rappresenterebbe un limite alla crescita. I fattori dello sfruttamento delle risorse orientato alla crescita economica in termini di valore materiale individuano nel libero mercato e nell'innovazione tecnologica i mezzi che assicurano una sostituzione infinita tra le risorse in grado di ridurre la scarsità delle stesse nel lungo periodo. Contro questo approccio si mossero quelle argomentazioni che con il Brundtland Report (WCED, 1987) andarono a definire il concetto stesso di sviluppo sostenibile, che divenne il protagonista assoluto del dibattito sullo sviluppo economico portato avanti dalle istituzioni internazionali, in particolar modo dalla Banca Mondiale³⁶. Il fondamento del principio della sostenibilità si ritrova proprio nel netto rifiuto dell'incompatibilità tra lo sviluppo economico e la salvaguardia ambientale e sul ruolo che l'innovazione tecnologica e le scelte politiche avrebbero potuto svolgere nella realizzazione di un processo di crescita economica eco-compatibile³⁷. Oggi è comunemente avvertita la necessità di un approccio unificato allo sviluppo, che consideri tutti gli elementi della vita dell'uomo che contribuiscono al suo benessere. Concentrare l'attenzione esclusivamente sulla produzione di beni e servizi e basare, quindi, la misura del grado di benessere di un paese sul livello raggiunto dal proprio PIL, significa avere

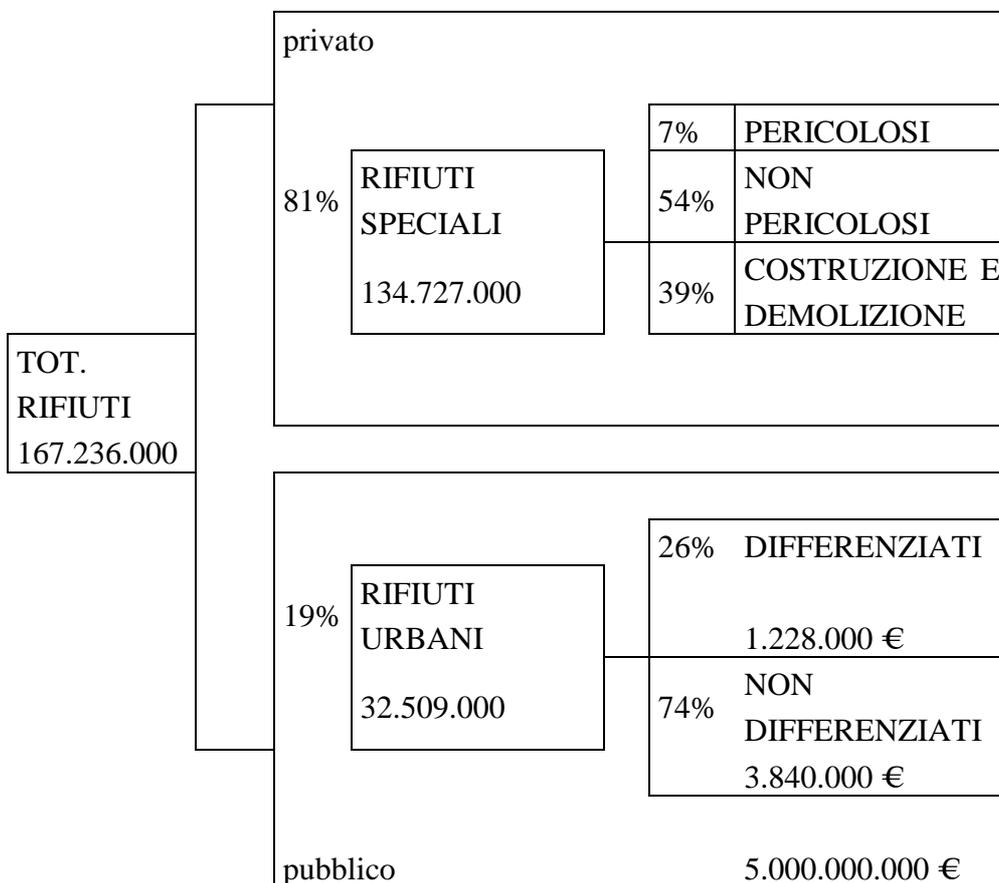
³⁴ Diversi sono stati gli approcci teorici al problema delle cause della genesi della "questione ambientale" e differenti le scuole di pensiero: da quella ortodossa del libero mercato, a quella bioeconomica di Georgescu-Roegen, dall'approccio fisiocratico della Bresso, alla teoria co-evolutionista di Norgaard fino a quella istituzionalista di Kapp.

³⁵ La "teoria dei limiti dello sviluppo" (Meadows et al., 1972), evolutasi negli anni '70, sostiene l'incompatibilità tra gli obiettivi dello sviluppo economico e quelli della tutela ambientale, pertanto, la crescita economica, almeno quella teorizzata dal pensiero economico tradizionale, verrebbe realizzata a danno della natura.

³⁶ In linea con questa posizione, la Banca Mondiale sostiene che *"economic development and sound environmental management are complementary aspects of the same agenda. Without adequate environmental protection, development will be undermined; without development, environmental protection will fail"* (World Bank, 1992, p. 25).

³⁷ La sostituzione delle risorse non rinnovabili con le risorse rinnovabili, un tasso di utilizzo di queste ultime non superiore al tasso della loro rigenerazione naturale, una maggior efficienza nell'utilizzo delle risorse, l'orientamento verso tecnologie ecocompatibili e il mantenimento del flusso di rifiuti nell'ambiente al pari o al di sotto della capacità di assimilazione dell'ambiente stesso rappresentano le strategie che sono state individuate per una corretta gestione ambientale orientata alla sostenibilità.

una visione ristretta e distorta dello sviluppo. Sulla base di questa constatazione, anche l'analisi del comportamento ambientale dei diversi paesi deve essere condotta secondo i canoni della multilateralità dell'informazione. La dinamica della crescita economica ha sollecitato una maggiore attenzione verso gli aspetti qualitativi ad essa associati, aspetti difficilmente misurabili con le tradizionali metodologie ma fondamentali per una corretta valutazione del livello di sviluppo raggiunto dalle diverse regioni del nostro pianeta e per una compiuta verifica dell'effettivo miglioramento delle condizioni sociali e di vita delle popolazioni presenti e future.



Tabella³⁸

³⁸ Fonte Ioannilli M., "Economia dei rifiuti; dai rifiuti ai materiali", in Rifiuti: da problema a risorsa. Note per la fondazione di una prospettiva economica nella gestione dei rifiuti, Settembre 2009 in atti del Forum internazionale PolieCo "Economia dei rifiuti" - Ischia, 25-26 settembre 2009

1.3 Il confine tra rifiuto e non rifiuto e la valorizzazione dei materiali: recupero, riciclaggio e riutilizzo

«La responsabilità è una funzione del potere e del sapere, dove per altro questi due elementi non si trovano affatto in un rapporto reciproco semplice..un tempo..l'etica aveva specialmente a che vedere con la "virtù", che rappresenta il migliore essere possibile dell'uomo, e poco si cura, al di là del suo operato immediato, di ciò che verrà dopo»³⁹.

Oggi l'uomo non può pensare di contenere la tecnica con l'etica che la tradizione filosofica gli ha consegnato⁴⁰. «Il futuro, infatti, che la tecnica dispiega, non solo rende inutile qualsiasi riferimento al passato per desumere qualche criterio di decifrazione, ma addirittura crea uno iato tra le possibilità che la tecnica ha reso disponibili e le capacità previsionali che, per essere all'altezza di quelle possibilità, dovrebbero oltrepassare di molto ciò che finora l'uomo ha conosciuto come limite della sua percezione e intuizione. Il fare ha di gran lunga sopravanzato l'agire, e questa è la ragione per cui l'etica, che presiede l'agire, non è in grado di regolare la tecnica da cui procede il fare. Oggi l'unica etica possibile è quella che si fa carico della pura processualità che, come il percorso del viandante, non ha in vista una meta. Non più il dovere che prescrive il fare, ma il dovere che deve inseguire e fare i conti con gli effetti già prodotti dal fare...L'agire, come scelta di fini, cede al fare come produzione di risultati. In questo senso la tecnica celebra l'impotenza dell'etica, la definitiva subordinazione dell'agire al fare»⁴¹.

³⁹ «La responsabilità è una funzione del potere e del sapere, dove per altro questi due elementi non si trovano affatto in un rapporto reciproco semplice. Entrambi erano un tempo così limitati che la maggior parte del futuro doveva essere affidata al destino e alla stabilità dell'ordine naturale, mentre tutta l'attenzione veniva a concentrarsi sul giusto adempimento di ciò che nel presente di volta in volta toccava fare. Perciò l'etica aveva specialmente a che vedere con la "virtù", che rappresenta il migliore essere possibile dell'uomo, e poco si cura, al di là del suo operato immediato, di ciò che verrà dopo.» Jonas H., *Il principio responsabilità*, 1979, p.153.

⁴⁰ «L'imprevedibilità delle conseguenze che possono scaturire dai processi tecnici rende quindi non solo l'etica dell'intenzione (il Cristianesimo e Kant), ma anche l'etica della responsabilità (Weber e Jonas) assolutamente inefficaci, perché la loro capacità di ordinamento è enormemente inferiore all'ordine di grandezza di ciò che si vorrebbe ordinare». Galimberti U., «La tecnica e l'impotenza dell'etica» in *Psiche e techne*, Giangiacomo Feltrinelli Editore, 1999

⁴¹ Galimberti U., «La tecnica e l'impotenza dell'etica» in *Psiche e techne*, Giangiacomo Feltrinelli Editore, 1999

A fronte di problemi globali interconnessi, si ritiene da più parti necessaria una “nuova sintesi umanistica” sul ruolo dello sviluppo, assumendo con «realismo, fiducia e speranza le nuove responsabilità a cui ci chiama lo scenario di un mondo che ha bisogno di un profondo rinnovamento culturale e della riscoperta dei valori di fondo su cui costruire un futuro migliore: un mondo che ha bisogno di nuove regole, ispirate ad un’etica che diventi parte integrante dell’economia, del diritto e di nuove istituzioni»⁴².

Una proposta di radicale riforma dell’attuale modello di “governance mondiale” viene dall’ enciclica “Caritas in Veritate”⁴³ (Roma 29 giugno 2009) che contiene una proposta di un’ Autorità Mondiale, organizzata in modo sussidiario e poliarchico, che assicuri democraticamente la collaborazione e la libera iniziativa ai vari livelli. «La nuova Autorità Mondiale dovrà impegnarsi alla realizzazione di un autentico sviluppo umano integrale»⁴⁴. Fra i compiti⁴⁵ della proposta “Autorità politica mondiale” è compresa anche la salvaguardia dell’ambiente⁴⁶. La suddetta

⁴² Postiglione A., “Etica dell’economia dei rifiuti anche alla luce dell’enciclica “Caritas in Veritate” di Sua santità Papa Benedetto XVI” in atti del Forum internazionale PolieCo “Economia dei rifiuti” – Ischia, 25-26 settembre 2009

⁴³ Papa Benedetto XVI con l’enciclica “Caritas in Veritate” (2009) pone l’etica (non quella delle parole, ma delle scelte) come base per profonde riforme economico-ambientali, anche nelle sedi internazionali.

⁴⁴ Enciclica “Caritas in Veritate”, Roma 29 giugno 2009, cap V, paragrafo 67. L’enciclica insiste su termine “interdipendenza” e “interconnessione mondiale” rispetto a quello talora strumentalizzato di globalizzazione, si invoca il principio di sussidiarietà.

⁴⁵ La competenza della nuova istituzione riguarda i seguenti temi globali ed interconnessi, lasciando ai Governi la libertà delle scelte tecniche più opportune: a) governo dell’economia mondiale; b) risanamento dell’economia mondiale, rispetto alla crisi sopravvenuta; c) la realizzazione di un disarmo integrale; d) la realizzazione della sicurezza alimentare la conservazione della pace; e) la regolamentazione dei flussi migratori (considerati su scala globale); f) la salvaguardia dell’ambiente.

⁴⁶ Ben 4 punti dell’enciclica (48-49-50-51) forniscono indicazioni sulla dottrina dell’ambiente nel pensiero cristiano: l’ambiente naturale è un “dono di Dio” cioè il frutto della sua creazione; la natura è espressione di un “disegno di amore e di verità”; la destinazione dei benefici della natura è per tutti e per l’umanità intera; una particolare responsabilità esiste per le “generazioni future” in nome dei principi di solidarietà e giustizia (giustizia intergenerazionale), con precisi risvolti nelle scelte di oggi in tutti gli ambiti di interesse (aspetti ecologici, giuridici, economici, politici e culturali); il rispetto dei “doveri” di protezione degli “intrinseci equilibri del creato”, cioè della “grammatica” che la stessa natura suggerisce per un utilizzo sapiente, non strumentale e arbitrario, è una condizione necessaria per assicurarsi un vero sviluppo umano integrale: l’enciclica stabilisce un legame stretto tra tutela ambientale e sviluppo umano.

enciclica parla di “responsabilità”⁴⁷ (non solo morale, ma anche giuridica, politica, economica e culturale) dell’uomo, in relazione allo sviluppo e di “doveri” verso la natura e le generazioni future, quindi la concezione ambientale proposta indica nell’ uomo stesso il soggetto responsabile degli equilibri naturali sul pianeta e nel contempo dello sviluppo sostenibile⁴⁸.

«Volendo ulteriormente approfondire il problema etico in riferimento all’ambiente, ritengo che sia corretto porre al centro dell’attenzione l’economia...se il degrado ambientale nasce da cause economiche, non si può uscire dalla situazione senza un nuovo modello di produzione e consumo ispirato da nuovi valori etici.... E’ necessario un nuovo approccio fondato sull’economia dei rifiuti: se è l’economia a produrre i rifiuti è l’economia a dover risolvere il problema.⁴⁹... certo i materiali diversi dalle merci possono cagionare danni all’ambiente, ma vanno riutilizzati se ciò è economicamente possibile e sono non le P.A., ma le imprese a doverlo fare»⁵⁰.

⁴⁷ “Il discorso etico, per essere efficace, deve individuare anzitutto una finalità chiara: lo sviluppo umano integrale di tutto l’uomo e di tutti gli uomini, secondo il principio di responsabilità e solidarietà, nel rispetto dei doveri di protezione degli intrinseci equilibri del creato e del dovere di giustizia verso le generazioni future. La “filosofia del dovere” è la nuova frontiera anche per la salvaguardia ambientale.” Postiglione A., “Etica dell’economia dei rifiuti anche alla luce dell’enciclica “Caritas in Veritate” di Sua santità Papa Benedetto XVI” in atti del Forum internazionale PolieCo “Economia dei rifiuti” – Ischia, 25-26 settembre 2009

⁴⁸ Nell’enciclica si chiede alla Comunità internazionale ed ai Governi di contrastare in maniera efficace le modalità di utilizzo dell’ambiente che risultino ad esso dannose, con un chiaro riferimento alla prevenzione e riparazione del danno ambientale, compreso quello di rilevanza internazionale. Per combattere le sfide climatiche, la desertificazione, l’impoverimento produttivo di vaste aree del Pianeta, la crisi dell’acqua e prevenire conflitti tra le popolazioni coinvolte, si chiede che “tutti i responsabili internazionali agiscano congiuntamente e con prontezza”. Enciclica “Caritas in Veritate” (Roma 29 giugno 2009)

⁴⁹ “...Occorre dare fiducia alle imprese oneste, non criminalizzarle, senza per questo rinunciare a combattere le forze organizzate del male (mafia e camorra), che sono in realtà forze economiche al di fuori dell’etica e non solo del diritto e della giustizia....L’etica, per poter avere un ruolo reale, deve entrare strutturalmente nei meccanismi di produzione distribuzione, e consumo....In tema di rifiuti il ruolo dell’etica coinvolge tutti: soggetti sociali, economici ed istituzionali.” Postiglione A., “Etica dell’economia dei rifiuti anche alla luce dell’enciclica “Caritas in Veritate” di Sua santità Papa Benedetto XVI” in atti del Forum internazionale PolieCo “Economia dei rifiuti” – Ischia, 25-26 settembre 2009

⁵⁰ “E’ opinione dello scrivente che occorra una nuova direttiva comunitaria non solo sui sottoprodotti, ma su tutte le materie prime secondarie: la scelta (economica ed etica) deve essere fatta da chi ha prodotto e conosce il rifiuto. Egli con opportune garanzie anche economiche, deve indicare il percorso

Nel mondo si va sempre più affermando la “zero waste economy”: i materiali di scarto (waste) sono potenzialmente riutilizzabili o impiegabili per sostituire altre materie prime all’interno dei cicli produttivi, e vanno distinti dalla immondizia (garbage) e che rappresenta la sola vera frazione dei rifiuti di cui ci si dovrebbe far carico in termini di smaltimento. La stessa Direttiva 2008/98/CE conferma l’ipotesi di un percorso verso una sempre maggiore considerazione dei materiali di scarto come risorsa di mercato per i correnti cicli produttivi, assumendo, quindi, una nuova prospettiva in grado di valorizzare il potenziale economico della gestione dei rifiuti. Una questione fondamentale e per nulla banale è legata alla definizione⁵¹ stessa di “rifiuto”. Dal momento in cui un materiale è considerato “rifiuto”, esso viene assoggettato ad un preciso regime giuridico che impone di sostenere costi aggiuntivi (legati ad operazioni come la gestione, lo smaltimento etc.), e quindi, da un punto di vista economico, diventa un “*bene a valore negativo*”, ossia un bene il cui possesso implica un costo e non un beneficio⁵². In tutte le definizioni rintracciabili nell’apparato normativo⁵³ il concetto di rifiuto è implicitamente ma intrinsecamente legato a quello di utilità, o più generalmente di valore, che il possessore⁵⁴ di un dato materiale od oggetto associa al bene posseduto⁵⁵.

economico chiaro di riutilizzo, consentendo controlli continui: se viola la fiducia accordata, la sanzione è quella radicale di revoca dell’autorizzazione a produrre.” Postiglione A., “Etica dell’economia dei rifiuti anche alla luce dell’enciclica “*Caritas in Veritate*” di Sua santità Papa Benedetto XVI” in atti del Forum internazionale PolieCo “Economia dei rifiuti” – Ischia, 25-26 settembre 2009

⁵¹ La definizione di rifiuto contenuta nell’articolo 1, lettera a) della Direttiva quadro sui rifiuti (75/442/CE) è il fulcro della legislazione in materia. Tale definizione è stata al centro di notevoli discussioni e la Corte di Giustizia Europea ha emanato utili indicazioni in ordine alla sua interpretazione. Il dibattito su questa definizione, tuttavia, è destinato a proseguire, tanto più che l’articolo 8, paragrafo 2), punto iv) del *Sesto programma comunitario di azione in materia di ambiente (2002-2012)* (1600/2002/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 luglio 2002) chiede che sia precisata “la distinzione tra ciò che è rifiuto e ciò che non lo è”.

⁵² Massarutto A. *I rifiuti. Come e perché sono diventati un problema*, Il Mulino, 2009

⁵³ “Dagli assunti normativi discende che uno stesso materiale od oggetto può essere o meno definito come rifiuto dipendentemente da dove è collocato, da chi lo detiene, dalle intenzioni del detentore, dal fatto che esista qualcun altro interessato a detenerlo”. Ioannilli M. “Economia dei rifiuti; dai rifiuti ai materiali”, in Atti del Forum internazionale PolieCo “Economia dei rifiuti” – Ischia, 25-26 settembre 2009

⁵⁴ *Direttiva 2008/98/CE Art. 3 Definizioni* 5) “produttore di rifiuti” la persona la cui attività produce rifiuti o chiunque effettui operazioni di pretrattamento, miscelazione o altre operazioni che hanno

La definizione di rifiuto, laddove a lungo la legislazione italiana⁵⁶ si è basata su un criterio di tipo soggettivo (la decisione del possessore è in grado di trasformare un rifiuto in rifiuto effettivo)⁵⁷, oggi individua diverse tipologie di criteri, come l'appartenenza dei materiali a liste di sostanze (codici C.E.R. - Catalogo Europeo dei Rifiuti⁵⁸) alle quali corrispondono diversi requisiti⁵⁹,

modificato la natura o la composizione di detti rifiuti; 6) "detentore di rifiuti" il produttore dei rifiuti o la persona fisica o giuridica che ne è in possesso.

⁵⁵ "Se il bene posseduto perde la sua utilità, il possessore è disposto a pagare perché qualcuno se ne faccia carico e lo smaltisca in qualche modo...Qualsiasi materiale è definibile come rifiuto solo se chi lo possiede decide che da quel materiale non potrà ricavare nessun beneficio, né diretto (ad esempio perché la sua utilità si è esaurita), né indiretto (ad esempio ricavabile dalla vendita di quel materiale a qualcuno interessato a possederlo)". Ioannilli M. "Economia dei rifiuti; dai rifiuti ai materiali", in Atti del Forum internazionale PolieCo "Economia dei rifiuti" – Ischia, 25-26 settembre 2009

⁵⁶ Il 29 aprile 2006 è entrato in vigore il D. Lgs n. 152/2006 (recante "Norme in materia ambientale") che ha modificato, tra l'altro, la normativa nazionale sui Rifiuti. Le nuove regole sulla gestione dei rifiuti sono contenute, nella "Parte quarta" del D. Lgs, composta da 89 articoli e 9 allegati (più 5 sulle bonifiche). Il nuovo provvedimento, emanato in attuazione della legge 15 dicembre 2004 n. 308 (recante "Delega al Governo per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia ambientale"), comporta l'abrogazione del D. Lgs. 22/1997 ("Decreto Ronchi").

⁵⁷ "Ai fini della parte quarta del presente decreto e fatte salve le ulteriori definizioni contenute nelle disposizioni speciali, si intende per: a) rifiuto: qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell'allegato A alla parte quarta del presente decreto e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi" (*art. 183, comma 1 - D. Lgs. 152/2006*). La suddetta definizione non si discosta da quanto già era stato scritto nell' *art. 6, comma 1 del D. Lgs. n. 22/97* (c.d. "Decreto Ronchi") *Titolo I Capo 1*, la cui interpretazione autentica della definizione di «rifiuto» è ritenuta essere fornita dall'art. 14 del Decreto Legge n.138/2002 (G.U. n. 158): "in particolare le parole: «si disfi», «abbia deciso» o «abbia l'obbligo di disfarsi» di cui al suddetto articolo e successive modificazioni, vanno interpretate come segue: «SI DISFI»: qualsiasi comportamento attraverso il quale in modo diretto o indiretto una sostanza, un materiale o un bene sono avviati o sottoposti ad attività di smaltimento o di recupero, secondo gli allegati B e C del decreto Ronchi; «ABBIA DECISO»: la volontà di destinare ad operazioni di smaltimento e di recupero, secondo gli allegati B e C del "decreto Ronchi", sostanze, materiali o beni; «ABBIA L' OBBLIGO DI DISFARSI»: l'obbligo di avviare un materiale, una sostanza o un bene ad operazioni di recupero o di smaltimento, stabilito da una disposizione di legge o da un provvedimento delle pubbliche autorità o imposto dalla natura stessa del materiale, della sostanza e del bene o dal fatto che i medesimi siano compresi nell'elenco dei rifiuti pericolosi di cui all'allegato D del "decreto Ronchi".

⁵⁸ I codici C.E.R. (o Catalogo Europeo dei Rifiuti) sono delle sequenze numeriche, composte da 6 cifre riunite in coppie (es. 03 01 01 scarti di corteccia e sughero), volte ad identificare un rifiuto, di norma, in base al processo produttivo da cui è originato. Si dividono in "non pericolosi" e "pericolosi", i secondi vengono identificati graficamente con un asterisco "*" dopo le cifre. La pericolosità di un rifiuto viene determinata tramite analisi di laboratorio volte a verificare l'eventuale superamento di valori di soglia individuati dalle Direttive sulla classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle

o il fatto che il detentore abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsene (a titolo oneroso o in cambio di un compenso)⁶⁰. La norma, inoltre, distingue i rifiuti in vari modi, in base: alla loro provenienza (urbani e speciali⁶¹); alla loro destinazione (smaltimento o recupero); alla loro pericolosità (pericolosi e non pericolosi). A seconda del modo con cui questi diversi criteri si incrociano ci possono essere conseguenze che riguardano le modalità ammesse per disfarsene (conferendoli obbligatoriamente al sistema pubblico oppure rivolgendosi ad un operatore autorizzato), i criteri da seguire, la possibilità di cessione a terzi, gli accorgimenti e le cautele da adottare⁶².

sostanze pericolose. I codici, in tutto 839, sono inseriti all'interno dell' "Elenco dei rifiuti" istituito dall' Unione Europea con la Decisione 2000/532/CE e recepito in Italia, in sostituzione della precedente normativa, con due provvedimenti di riordino della normativa sui rifiuti: il *Dlgs 152/2006* (recante "Norme in materia ambientale"), *allegato D, parte IV*; il *DM Ministero dell'ambiente del 2 maggio 2006* ("Istituzione dell'elenco dei rifiuti") emanato in attuazione del *Dlgs 152/2006* e successivamente dichiarato incapace di produrre effetti giuridici, non essendo stato sottoposto al preventivo e necessario controllo della Corte dei conti, con comunicato del Ministero dell'Ambiente pubblicato in *Gazzetta Ufficiale n. 146 del 26 giugno 2006*. (cfr *Pipere P., CER : Catalogo europeo dei rifiuti: guida pratica alla classificazione e codifica dei rifiuti*, Hyper Edizioni, Venezia, 2008)

⁵⁹ "Ai diversi codici CER corrispondono diversi requisiti ad esempio il tipo di impianti cui i rifiuti possono essere conferiti, il tipo di cautele da osservare nel loro trattamento, gli obblighi amministrativi corrispondenti, la maggiore o minore possibilità di trasportarli in altri siti. L'attribuzione di un dato lotto a un certo codice C.E.R. viene effettuata sulla base del criterio del "codice prevalente" ossia quello posseduto dalla merce maggiormente presente nel lotto" (Massarutto A. *I rifiuti. Come e perché sono diventati un problema*, Il Mulino, 2009)

⁶⁰ Direttiva 2008/98/CE, Art. 3 comma 1 "rifiuto" qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi.

⁶¹ Sono *rifiuti urbani* quelli raccolti su suolo pubblico, a loro volta divisi in domestici e non domestici, tra i quali ad esempio quelli derivanti dallo spazzamento delle strade. Sono *rifiuti speciali* quelli generati dalle imprese commerciali, artigianali e industriali.

⁶² I *rifiuti urbani* sono di competenza comunale e gestiti in *regime di privata*, cioè i produttori di questi rifiuti sono obbligati a conferirli al sistema pubblico, secondo le modalità prescritte da quest'ultimo, e a versare a questo un *corrispettivo economico*. A sua volta il sistema pubblico deve sottostare alle *prescrizioni della pianificazione regionale*, tra le quali il conseguimento di certi livelli minimi di raccolta differenziata (RD), il rispetto del *principio di autosufficienza* e la destinazione di quanto raccolto agli impianti previsti nel piano. I *rifiuti speciali* sono di competenza di chi li produce originariamente o li detiene (per averli legalmente ricevuti nell'ambito di transazioni autorizzate), il detentore ha l'obbligo di disfarsi dei rifiuti conferendoli a soggetti autorizzati, i quali a seconda dei casi potranno smaltirli definitivamente o cederli a ulteriori soggetti. In certi casi il Comune può assoggettare obbligatoriamente anche determinate categorie di produttori di rifiuti speciali al sistema pubblico obbligatorio (*assimilazione*), nel qual caso queste categorie saranno chiamate a pagare il relativo corrispettivo economico (la legge fissa soglie dimensionali al di sopra delle quali non è

I rifiuti sono legati quindi ad una mancanza di percezione della utilità potenziale⁶³ posseduta dai materiali che li compongono, utilità ricavabile, invece nell'ambito di una catena del valore economico di mercato (si pensi agli scarti di lavorazione industriale o a certi sottoprodotti reinseriti in nuovi cicli produttivi, ad esempio alcuni sottoprodotti dell'industria agroalimentare utilizzati all'interno di diversi cicli di produzione ancora come materie prime)⁶⁴: valore che oggi, ormai in maniera consolidata, viene associato ad esempio, a quei materiali che vengono richiesti nuovamente, come materie prime, all'interno di cicli produttivi identici o diversi rispetto a quelli da cui provengono⁶⁵. Per tali frazioni la norma prevede la possibilità di non essere

possibile estendere la privativa comunale). (c.f.r. Massarutto A. *I rifiuti. Come e perché sono diventati un problema*, Il Mulino, 2009)

⁶³ Ioannilli M., *Rifiuti: da problema a risorsa. Note per la fondazione di una prospettiva economica nella gestione dei rifiuti*, Settembre 2009

⁶⁴ Nella Comunicazione della Commissione europea n. 59, del 21 febbraio 2007, relativa *alla Comunicazione interpretativa sui rifiuti e sui sottoprodotti* [COM(2007) 59 def. - Non pubblicata nella Gazzetta ufficiale] vengono interpretati i concetti di "prodotto", "residuo di produzione" e "sottoprodotto" basandosi in particolare sulla giurisprudenza della CGCE; vengono fornite, inoltre, linee guida per aiutare le autorità competenti a stabilire cosa sia un rifiuto e cosa non lo sia. Un residuo di produzione non costituisce un rifiuto quando il riutilizzo del materiale prodotto è certo e non solo eventuale, non richiede trasformazione preliminare e avviene nella continuità del processo di produzione; inoltre, il sottoprodotto non deve essere un materiale di cui il fabbricante ha l'obbligo di disfarsi o il cui utilizzo è vietato. Alcuni elementi costituiscono peraltro degli indizi per identificare un materiale come rifiuto, in particolare il fatto che l'unico utilizzo possibile sia lo smaltimento, che l'utilizzo previsto abbia un forte impatto ambientale o richieda misure di protezione specifiche, che il metodo di trattamento del materiale sia un metodo di trattamento standard dei rifiuti, che l'impresa percepisca il materiale come rifiuto o che l'impresa cerchi di ridurre la quantità di materiale prodotto. La Commissione, infine, fornisce un elenco esemplificativo di prodotti da considerarsi rifiuti e di altri che non lo sono.

⁶⁵ In relazione ai mercati di sbocco delle c.d. "materie prime seconde (o secondarie)" le *filiere* possono definirsi: a) a "catena chiusa" se la materia prima secondaria, dopo il processo di raccolta, selezione e trattamento rientra nei processi primari di lavorazione per impieghi uguali o molto simili a quelli originari (es carta). Materiali come carta, vetro e metalli necessitano per essere riciclati di sole operazioni di cernita/selezione, adeguamento volumetrico e/o altre operazioni accessorie: in questo caso sono state le stesse industrie di produzione direttamente o tramite i Consorzi di riferimento ad organizzarsi per poter reimmettere i materiali a fine vita e rigenerarli nel proprio ciclo di produzione. b) a "catena aperta" se i materiali raccolti e trattati trovano utilizzazione in contesti totalmente diversi da quelli iniziali per cui il ciclo di gestione è caratterizzato dal fatto che chi produce il materiale non è lo stesso che lo ricicla. Ad esempio ciò accade per la plastica, che per il suo riciclo richiede processi particolari, estranei alle caratteristiche industriali e impiantistiche sia del settore di produzione primaria (industria petrolchimica) sia del settore secondario (trasformatori che acquistano materiale per produrre

considerate rifiuti, in virtù del loro valore di mercato e di essere collocate all'interno di un flusso economico di utilizzo (Direttiva 2008/98/CE Art.6 "Cessazione della qualità di rifiuto", comma 1 «Taluni rifiuti specifici cessano di essere tali quando...esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto»)⁶⁶, venendo poi ad essere considerate "sottoprodotti"⁶⁷, e quindi esclusi dall'applicazione delle norme sui rifiuti, nel caso in cui si può dimostrare che la sostanza o l'oggetto (parte integrante di un processo di produzione, anche se non ne costituisce il prodotto principale), sarà ulteriormente utilizzata/o (la sua destinazione al riutilizzo sia certa) direttamente, senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale e quindi abbia un valore economico positivo⁶⁸.

Stabilire il confine tra il concetto di "rifiuto" e quello di "merce/non-rifiuto", definire cosa si intende per "sottoprodotto" e "materie prime seconde"⁶⁹,

oggetti). Ioannilli M., "Economia dei rifiuti; dai rifiuti ai materiali", in *Rifiuti: da problema a risorsa. Note per la fondazione di una prospettiva economica nella gestione dei rifiuti*, Settembre 2009, in Forum internazionale PolieCo "Economia dei rifiuti" – Ischia, 25-26 settembre 2009

⁶⁶ Direttiva 2008/98/CE Art.6 *Cessazione della qualità di rifiuto* 1. Taluni rifiuti specifici cessano di essere tali ai sensi dell'art.3, punto 1, quando siano sottoposti ad un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio, e soddisfino criteri specifici da elaborare conformemente alle seguenti condizioni: a) la sostanza o l'oggetto è comunemente utilizzata/o per scopi specifici; b) esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto; c) la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti; d) l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana. 3. I rifiuti che cessano di essere tali...cessano di essere tali anche ai fini degli obiettivi di recupero e riciclaggio stabiliti nelle direttive 94/62/CE, 2000/53/CE, 2002/96/CE e 2006/66/CE e nell'altra normativa comunitaria pertinente quando sono soddisfatti i requisiti in materia di riciclaggio o recupero di tale legislazione.

⁶⁷ Direttiva 2008/98/CE - Art. 5 *Sottoprodotti* 1. Una sostanza od oggetto derivante da un processo di produzione il cui scopo primario non è la produzione di tale articolo può non essere considerato rifiuto ai sensi dell'art. 3, punto 1, bensì sottoprodotto soltanto se sono soddisfatte le seguenti condizioni: a) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà ulteriormente utilizzata/o; b) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzata/o direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale; c) la sostanza o l'oggetto è prodotta/o come parte integrante di un processo di produzione d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà ad impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

⁶⁸ l'onere di dimostrare questi requisiti spetta al produttore stesso.

⁶⁹ Le materie prime seconde sono sostanze che erano originariamente rifiuti, ma che una volta passate attraverso cicli di trattamento e lavorazione, hanno riacquisito caratteristiche che ne permettono il completo recupero. Le materie prime seconde per potersi definire tali devono a loro volta rispettare

sono questioni fondamentali per costruire i paradigmi di un'economia fondata sulla valorizzazione dei materiali: in questa prospettiva assume un'importanza centrale la distinzione tra riciclaggio, recupero e riutilizzo. Per riciclaggio⁷⁰ si intende "qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i materiali di rifiuto sono ritrattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini". Questo concetto si caratterizza per il reinserimento della sostanza/materiale nel ciclo produttivo e per la specifica finalità di recuperare materiali dai rifiuti per riutilizzarli invece di smaltirli⁷¹. Possono essere riciclate: materie prime, semilavorati, o materie di scarto derivanti da processi di lavorazione di ogni genere⁷². Il concetto di recupero risulta, invece, più ampio dal momento che intende "qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile"⁷³; le operazioni di recupero (di cui all'allegato C della parte IV del Codice ambientale⁷⁴ o anche all'allegato II⁷⁵ della

determinate specifiche merceologiche e criteri per l'immissione in commercio e devono avere un valore positivo.

⁷⁰ *Direttiva 2008/98/CE Art. 3 "Definizioni" Comma 17)* "riciclaggio" qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i materiali di rifiuto sono ritrattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Include il ritrattamento di materiale organico, ma non il recupero di energia né il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento.

⁷¹ Il riciclaggio riduce il consumo di materie prime, l'utilizzo di energia, e conseguentemente l'emissione di gas serra.

⁷² Le materie prime che possono essere riciclate sono: legno, vetro, carta e cartone, tessuti, pneumatici, alluminio, acciaio, alcune materie plastiche, frazione organica (avanzi di cibi ecc.), ora anche il Tetra Pak è riciclabile. La Commissione Europea stima che: il riciclaggio dei metalli, vetro, carta e plastica già oggi consentono di risparmiare oltre 200 Mln/ton di CO2 equivalente, e un ulteriore aumento nel riciclaggio permetterebbe di risparmiarne almeno altri 50 Mln/ton.

⁷³ *Direttiva 2008/98/CE Art. 3 "Definizioni" Comma 15)* "recupero" qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile, sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione, all'interno dell'impianto o nell'economia in generale.

⁷⁴ "Codice ambientale" è la denominazione nella prassi utilizzata per le "Norme in materia ambientale" contenute del D. Lgs. 152/2006, il quale è stato oggetto (sulla base della legge delega n. 308/2004) di due correzioni ed integrazioni, qui ci si riferisce alle seconde correzioni di cui al D. Lgs. 4/2008 (G.U. n.24 del 29 gennaio 2008)

⁷⁵ *Direttiva 2008/98/CE Allegato II - Operazioni di recupero*

Direttiva 2008/98/CE) generano materiali, sostanze, combustili o prodotti che altrimenti andrebbero perduti. Il riutilizzo⁷⁶, invece, è ancora altra questione, infatti non comporta mutamento chimico- fisico dell'identità della sostanza originaria e si pone al di fuori della normativa dei rifiuti. I sistemi di riutilizzo/riuso prevedono che, una volta terminato l'utilizzo di un oggetto, esso non va ad aumentare la mole dei rifiuti, ma, dopo un semplice processo di pulizia viene utilizzato nuovamente senza che i materiali di cui è composto subiscano trasformazioni⁷⁷. Lo smaltimento è ogni operazione (di cui all' Allegato I della Direttiva 2008/98/CE⁷⁸) finalizzata a sottrarre

R1 Utilizzazione principalmente come combustibile o come altro mezzo per produrre energia

R2 Recupero/rigenerazione dei solventi

R3 Riciclaggio/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche, comprese la gassificazione e la pirolisi che utilizzano i componenti come sostanze chimiche)

R4 Riciclaggio/recupero dei metalli e dei composti metallici

R5 Riciclaggio/recupero di altre sostanze inorganiche (compresa la pulizia del suolo risultante in un recupero del suolo e il riciclaggio dei materiali da costruzione inorganici)

R6 Rigenerazione degli acidi o delle basi

R7 Recupero dei prodotti che servono a ridurre l'inquinamento

R8 Recupero dei prodotti provenienti da catalizzatori

R9 Rigenerazione o altri reimpieghi degli oli

R10 Trattamento in ambiente terrestre a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia

R11 Utilizzazione dei rifiuti ottenuti da una delle operazioni indicate da R1 a R10

R12 Scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R1 a R11 (in mancanza di un altro codice R appropriato, può comprendere le operazioni preliminari precedenti al recupero, incluso il pretrattamento come, tra l'altro, la cernita, la frammentazione, la compattazione, la pellettizzazione, l'essiccazione, la triturazione, il condizionamento, il ricondizionamento, la separazione, il raggruppamento prima di una delle operazioni indicate da R1 a R11)

R13 Messa in riserva di rifiuti in attesa di una delle operazioni indicate da R1 a R12 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui i rifiuti sono prodotti)

⁷⁶ Direttiva 2008/98/CE Art. 3 "Definizioni" Comma 13) "riutilizzo" qualsiasi operazione attraverso la quale prodotti o componenti che non sono rifiuti sono reimpiegati per la stessa finalità per la quale erano stati concepiti; 16) "preparazione per il riutilizzo" le operazioni di controllo, pulizia e riparazione attraverso cui prodotti o componenti di prodotti diventati rifiuti sono preparati in modo da poter essere reimpiegati senza altro pretrattamento.

⁷⁷ L'esempio tipico è quello delle bottiglie in vetro come contenitori di latte ed acqua, che invece di essere frantumate possono essere riempite nuovamente senza passare per costosi (soprattutto da un punto di vista ambientale) processi di trasformazione. Uno dei Paesi che applicano significativamente le tecniche del riuso è la Danimarca, in cui, grazie ad una legislazione favorevole, ben il 98% delle bottiglie in commercio è riutilizzabile, ed il 98% di esse torna indietro ai consumatori senza essere riciclato. La Germania invece raggiunge un tasso di riciclaggio di oltre il 50%.

⁷⁸ Direttiva 2008/98/CE Allegato I "Operazioni di smaltimento"

definitivamente una sostanza, un materiale o un oggetto dal circuito economico e/o di raccolta etc.⁷⁹, è «diversa dal recupero anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia»⁸⁰.

-
- D1 Deposito sul o nel suolo (discarica, etc.)
 - D2 trattamento in ambiente terrestre (ad esempio biodegradazione di rifiuti liquidi o fanghi nei suoli, etc.)
 - D3 Iniezioni in profondità (ad esempio iniezione dei rifiuti pompabili in pozzi, in cupole saline o in faglie geologiche naturali, etc.)
 - D4 Lagunaggio (ad esempio scarico di rifiuti liquidi o di fanghi in pozzi, stagni o lagune, etc.)
 - D5 Messa in discarica specialmente allestita (ad esempio sistemazione in alveoli stagni separati, ricoperti e isolati gli uni dagli altri e dall'ambiente, etc.)
 - D6 Scarico dei rifiuti solidi nell'ambiente idrico eccetto l'immersione
 - D7 Immersione, compreso il seppellimento nel sottosuolo marino
 - D8 Trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o a miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti indicati da D1 a D12
 - D9 Trattamento fisico-chimico non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o a miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti indicati da D1 a D12 (ad esempio evaporazione, essiccazione, calcinazione, etc.)
 - D10 Incenerimento a terra
 - D11 Incenerimento in mare (questa operazione è vietata dalla normativa UE e dalle convenzioni internazionali)
 - D12 Deposito permanente (ad esempio sistemazione di contenitori in una miniera)
 - D13 Raggruppamento preliminare prima di una delle operazioni indicate da D1 a D12
 - D14 Ricondizionamento preliminare prima di una delle operazioni indicate da D1 a D13
 - D15 Deposito preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D14 (escluso il deposito temporaneo (art.3, punto 10), prima della raccolta, nel luogo in cui i rifiuti sono prodotti)

⁷⁹ L'avvio dei rifiuti urbani e assimilati ad un termovalorizzatore è considerato smaltimento sia se il trattamento termico dei rifiuti sia finalizzato al loro smaltimento (nel qual caso l'impianto è di incenerimento), sia alla produzione di energia (nel qual caso l'impianto è di coincenerimento).

⁸⁰ *Direttiva 2008/98/CE - Art. 3 "Definizioni" Comma 19* "smaltimento" qualsiasi operazione diversa dal recupero anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia.

In materia di prevenzione⁸¹ e gestione dei rifiuti⁸² esiste una gerarchia⁸³ da rispettare, che vede nello smaltimento⁸⁴ solo l'ultimo stadio di un percorso di trattamento⁸⁵ che non ha trovato soluzioni differenti (c.f.r. la "Gerarchia dei rifiuti": a) prevenzione; b) preparazione per il riutilizzo; c) riciclaggio; d) recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia; e) smaltimento). La stessa direttiva europea 2006/12/CE sottolinea che «Gli Stati membri devono vietare l'abbandono, lo scarico e lo smaltimento incontrollato dei rifiuti e promuoverne la prevenzione, il riciclaggio e la trasformazione a fini di riutilizzo. Conformemente al principio "chi inquina paga"»⁸⁶.

⁸¹ Direttiva 2008/98/CE - Art. 3 "Definizioni" Comma 12) "prevenzione" misure, prese prima che una sostanza, un materiale o un prodotto sia diventato un rifiuto, che riducono: a) la quantità dei rifiuti, anche attraverso il riutilizzo dei prodotti o l'estensione del loro ciclo di vita; b) gli impatti negativi dei rifiuti prodotti sull'ambiente e la salute umana; oppure c) il contenuto di sostanze pericolose in materiali e prodotti.

⁸² Direttiva 2008/98/CE Art. 3 "Definizioni" Comma 9) "gestione dei rifiuti" la raccolta, il trasporto, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti, compresi la supervisione di tali operazioni e gli interventi successivi alla chiusura dei siti di smaltimento nonché le operazioni effettuate in qualità di commercianti o intermediari.

⁸³ Direttiva 2008/98/CE Art. 4 "Gerarchia dei rifiuti" 1. La seguente gerarchia dei rifiuti si applica quale ordine di priorità della normativa e della politica in materia di prevenzione e gestione dei rifiuti: a) prevenzione; b) preparazione per il riutilizzo; c) riciclaggio; d) recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia; e) smaltimento 2. Nell'applicare la gerarchia dei rifiuti, gli Stati membri adottano misure volte a incoraggiare le opzioni che danno il miglior risultato ambientale complessivo.

⁸⁴ Il VI° programma d'azione ambientale suggerisce i seguenti traguardi: ridurre la quantità di rifiuti destinati allo smaltimento finale del 20% circa entro il 2010 rispetto ai valori del 2000 e del 50% circa entro il 2050; ridurre il volume di rifiuti pericolosi prodotti del 20% circa entro il 2010 rispetto ai valori del 2000 e del 50% circa entro il 2020.

⁸⁵ Direttiva 2008/98/CE Art. 3 Definizioni Comma 14) "trattamento" operazioni di recupero o smaltimento, inclusa la preparazione prima del recupero o dello smaltimento.

⁸⁶ Direttiva 2006/12/CE (GU L 114 del 27.04.2006). La direttiva codifica e sostituisce la direttiva 75/442/CEE e le sue successive modifiche. "Gli Stati membri devono vietare l'abbandono, lo scarico e lo smaltimento incontrollato dei rifiuti e promuoverne la prevenzione, il riciclaggio e la trasformazione a fini di riutilizzo. Conformemente al principio "chi inquina paga", il costo dello smaltimento dei rifiuti deve essere sostenuto dal detentore che consegna i rifiuti ad un raccoglitore o ad un'impresa, dai precedenti detentori o dal produttore del prodotto generatore di rifiuti."

Nell'ottica della valorizzazione dei materiali, della prevenzione⁸⁷ e della diminuzione della dipendenza dalle importazioni di materie prime è di grande importanza sostenere i processi di riciclo e recupero dei materiali provenienti dai rifiuti, in particolare urbani⁸⁸. Di questi, i rifiuti domestici, pur essendo una frazione esigua dei rifiuti complessivi prodotti ogni anno nel nostro Paese, rappresentano la parte riconosciuta come più problematica dal punto di vista dei processi di gestione. Per poter riciclare questi materiali⁸⁹ è fondamentale assicurare la loro qualità (bontà merceologica della frazione recuperabile), la differenziazione delle diverse frazioni (migliore selezione) e quindi garantire il miglioramento della raccolta dei rifiuti⁹⁰: per questo motivo la raccolta differenziata⁹¹ ha assunto progressivamente una

⁸⁷ La direttiva 2008/98/CE L'art. 29 dispone in capo agli Stati membri il compito di adottare programmi di prevenzione dei rifiuti entro il 12 dicembre 2013. Tali programmi sono integrati nei piani di gestione dei rifiuti o, se opportuno, in altri programmi di politica ambientale oppure costituiscono programmi a sé stanti. In caso di integrazione nel piano di gestione o in altri programmi, vengono chiaramente identificate le misure di prevenzione dei rifiuti.

I programmi devono : - fissare gli obiettivi di prevenzione; - descrivere le misure di prevenzione esistenti; - valutare l'utilità degli esempi di misure indicate all'allegato IV della direttiva o di altre misure adeguate; - stabilire i parametri qualitativi e quantitativi per il monitoraggio dell'efficacia del programma. La direttiva fornisce in allegato una serie di misure seppur a titolo esemplificativo e impegna la Commissione a garantire uno scambio di informazioni tra i singoli stati membri sulle misure che hanno ottenuto i migliori risultati. *Vengono distinte tre grandi categorie di misure di prevenzione: quelle che possono incidere sulle condizioni generali relative alla produzione dei rifiuti; quelle che possono incidere sulla fase di progettazione e produzione e di distribuzione; quelle che possono incidere sulla fase del consumo e dell'utilizzo.* Alcune misure potranno essere introdotte a legislazione vigente per altre invece è ipotizzabile un intervento normativo.

⁸⁸ La Commissione Europea stima che se si riuscirà a destinare una quantità maggiore di rifiuti urbani al compostaggio, al riciclaggio e al recupero di energia invece che allo smaltimento, potranno essere ottenute ulteriori riduzioni delle emissioni di gas serra da 40 a oltre 100 milioni di tonnellate di CO2 equivalente l'anno.

⁸⁹ I rifiuti urbani una volta raccolti e trattati, se acquisiscono lo status di materiali recuperabili diventano a loro volta rifiuti speciali nel senso che a quel punto il soggetto che ne è responsabile è l'azienda che li ha raccolti e trattati che viene considerata alla stregua di qualsiasi altro produttore di rifiuti speciali alla sola condizione che nell'operazione di trattamento la natura merceologica del materiale (il suo codice Cer) sia cambiato

⁹⁰ Per realizzare una raccolta differenziata efficace è di grande importanza la fase di differenziazione attuata dai singoli utenti.

⁹¹ *Direttiva 2008/98/CE Art. 3 "Definizioni" Comma 10) "raccolta" il prelievo dei rifiuti, compresi la cernita preliminare e il deposito preliminare, ai fini del loro trasporto in un impianto di trattamento; 11)*

preminenza assoluta rispetto ad altre fasi della gestione dei rifiuti. Purtroppo, però, la discarica e la termovalorizzazione⁹² sono ancora le modalità più utilizzate per dare soluzione alla problematica dei rifiuti. A differenza di quanto avviene, poi, nel caso delle produzioni industriali⁹³, dove la percezione del valore economico dei materiali di scarto o dei sottoprodotti dei cicli produttivi è ormai consolidata, altrettanto non può dirsi per tutti quei materiali che derivano dai cicli di consumo domestico, i quali si trasformano immediatamente in rifiuti (beni a valore negativo) di cui la collettività deve farsi carico per assicurarne lo smaltimento⁹⁴. Nel caso dei cicli domestici, i materiali di scarto prodotti, sono molto diversificati e molto complessi nella loro composizione. La loro valorizzazione richiede che vengano raccolti, separati e gestiti per singola frazione: da ciò deriva la complessità della loro catena del valore⁹⁵ e ciò contribuisce a formare l'idea che nessun valore è associabile ai materiali di scarto derivati dai cicli di consumo domestici e che quindi essi siano beni a valore negativo. Bisognerebbe invece rivisitare l'intera filiera produttiva connessa ai cosiddetti rifiuti compresa la progettazione di nuovi materiali di consumo più facilmente riciclabili e di nuovi prodotti da materiali riciclati, nonchè l' integrazione dei processi

“raccolta differenziata” la raccolta in cui un flusso di rifiuti è tenuto separato in base al tipo e alla natura dei rifiuti al fine di facilitarne il trattamento specifico.

⁹² Nel 2007 il ricorso alla discarica ha riguardato il 52% del RU raccolto e la quantità di RU avviata a termovalorizzazione è stata il 12% cioè circa 4 milioni di tonnellate: in sintesi circa il 65% di RU è stato smaltito utilizzando discarica e termovalorizzazione (fonte: ISPRA 2008).

⁹³ Le produzioni industriali, in generale, utilizzano singole o prevalenti tipologie di materiali e restituiscono specifici materiali di scarto, la cui collocazione all'interno dei processi di recupero/riutilizzo è più semplice; inoltre la collocazione sul mercato dei propri rifiuti di lavorazione genera un beneficio economico diretto per il soggetto produttore e quindi un percepito valore economico.

⁹⁴ Ioannilli M., “Economia dei rifiuti; dai rifiuti ai materiali”, in *Rifiuti: da problema a risorsa. Note per la fondazione di una prospettiva economica nella gestione dei rifiuti*, Settembre 2009, in Forum internazionale PolieCo “Economia dei rifiuti” – Ischia, 25-26 settembre 2009

⁹⁵ I soggetti che intervengono nella catena del valore sono numerosi e operano all'interno di un processo molto articolato. nel caso domestico non sono ancora implementati meccanismi economici in grado di portare un beneficio tangibile a chi decidesse di diventare un soggetto attivo all'interno della catena del valore dei materiali Assenza di meccanismi di redistribuzione del valore dei materiali su tutti i soggetti che partecipano alla catena del valore

produttivi soprattutto per quanto concerne la utilizzazione delle cosiddette “materie prime secondarie”.

1.4 L'industria del riciclo in Italia e in Europa

In riferimento all'uso delle risorse, il riciclo dei materiali e la prevenzione possono ridurre gli impatti ambientali⁹⁶ riferiti sia alle attività estrattive di materie prime⁹⁷ (che comprendono «l'inquinamento dell'aria, soprattutto polveri, il rumore, l'inquinamento del suolo e dell'acqua, gli effetti sui livelli della falda freatica, la distruzione o la perturbazione di habitat naturali e l'impatto visivo sul paesaggio circostante»⁹⁸) che alla loro trasformazione nei processi produttivi⁹⁹. La produzione a base di materie seconde, quindi basata sul riciclo, determinando una forte riduzione dei consumi di energia primaria è tanto più importante in quelle aree del mondo in via di sviluppo, dove i combustibili di base sono soprattutto solidi e ad alto contenuto di carbonio. Inoltre, la produzione di materiali da rifiuti riciclati non di rado comporta un consumo di energia minore rispetto a quello associato all'uso di materie prime primarie.

La stessa Comunità europea è sempre più orientata verso un approccio della gestione delle risorse rivolto a considerare il ciclo di vita delle stesse, e il

⁹⁶ Il Politecnico danese per conto del Waste Resource Action Programm del governo del Regno Unito ha condotto un' analisi su di un campione di studi internazionale sul fine vita dei materiali (272 studi valutati, 55 studi usati per un totale di 201 scenari esaminati) e ha mostrato che nell'83% dei casi il riciclaggio risultava la soluzione ambientalmente preferibile (nel 96% dei casi rispetto alla discarica e nel 75% dei casi rispetto all'incenerimento, che risultava preferito nel 14% dei casi)

⁹⁷ Ad esempio, riciclando 1 tonnellata di metallo si evita l'estrazione di svariate tonnellate di minerale metallico. La quantità esatta dipende dal tenore di metallo del minerale. Il tenore di metallo può essere compreso fra alcune parti per milione (nel caso dell'oro) ad alcuni punti percentuali o più, ad esempio 30% per il manganese, 40% per il ferro. Riciclando 1 tonnellata di metallo il cui minerale presenta un tenore medio di metallo pari al 10% si evita l'estrazione di 10 tonnellate di minerale metallico. (c.f.r. UNEP, *Industry and Environment, Mining - facts, figures and environment*, p 4, Volume 23)

⁹⁸ Comunicazione della Commissione europea “Promuovere lo sviluppo sostenibile nell'industria estrattiva non energetica dell'UE”, COM(2000) 265 def. del 3.5.2000, pag. 8

⁹⁹ L'Istituto Wuppertal ha calcolato che l' onere ecologico (la quantità di rifiuti generati nella produzione dei beni d'uso quotidiano) di uno spazzolino da denti è di 1,5 kg, di un telefono cellulare di 75 kg e di un personal computer di 1.500 kg. Progettando questi prodotti in modo più ecologico e riutilizzandoli o riciclandoli una volta che sono diventati rifiuti si può evitare l'uso di grandi quantità di risorse naturali e si possono prevenire i relativi impatti sull'ambiente.

"rifiuto" come punto di partenza¹⁰⁰. Il riciclo ha ruolo significativo anche rispetto alle riduzioni di emissioni climalteranti¹⁰¹, in quest'ottica l'economia del riciclo è rilevante per acquisire gli obiettivi di risparmio energetico e di riduzione dei gas serra. Quindi, dal momento che forniscono un contributo all'eco-efficienza generale del sistema, il riciclo e il recupero dei materiali svolgono un'importante azione ambientale, che però spesso viene confinata alla sola gestione dei rifiuti¹⁰², pur costituendo, quest'ultima, la prima componente dell'industria e dell'economia del riciclo.

Nel suo insieme In Italia e in Europa¹⁰³ l'industria del riciclo ha acquistato una salda dimensione di industria di servizi e di generazione di prodotti¹⁰⁴ e di energia, divenendo un settore dell'economia nazionale, una nuova attività produttiva sostitutiva in parte delle attività di produzione primaria e delle attività di smaltimento. L'attività di recupero dei rifiuti urbani e dei cicli industriali produttivi e le attività industriali classificate come "riciclaggio"¹⁰⁵ costituiscono un' indispensabile fonte di approvvigionamento per una parte significativa di questo sistema industriale.

¹⁰⁰ Comunicazione della Commissione europea, del 27 maggio 2003, intitolata: "Verso una strategia tematica di prevenzione e riciclo dei rifiuti" - Gazzetta ufficiale C 76 del 25 marzo 2004 pag.12

¹⁰¹ "Solo per le emissioni di gas a effetto serra, il riciclo di 1 tonnellata di carta evita la produzione di 900 kg di CO₂ equivalenti rispetto alla produzione di carta vergine, per il polietilenterefalato (PET) il risparmio è di 1.800 kg, e per l'alluminio di 9.100 kg" EEA Tecnologie, *Waste management options and climate change*, Commissione europea, Bruxelles, 2001

¹⁰² "La corretta raccolta e l'appropriato smaltimento dei rifiuti rappresentano ancora la priorità dei sistemi di gestione e di riciclo dei rifiuti." Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, Edizioni Ambiente, 2008

¹⁰³ Il settore della gestione e del riciclaggio dei rifiuti è in forte crescita (con un fatturato stimato di oltre 100 mrd EUR per l'UE a 25) e rappresenta già le industrie di frontiera e per certi aspetti quelle pioniere e guida per l'economia della sostenibilità.

¹⁰⁴ Un settore, dai grandi margini di sviluppo, caratterizzato da una forte innovazione tecnologica, soprattutto sotto il profilo delle tecnologie di ritrattamento e di creazione di nuovi prodotti. (Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, Edizioni Ambiente, 2008)

¹⁰⁵ Lavorazioni meccaniche o chimiche di rifiuti, cascami e rottami selezionati o non selezionati per trasformarli in materie prime secondarie idonee al reimpiego in altri processi produttivi.

In Italia e con più evidenza in Europa il settore del riciclaggio (come definito nella classificazione NACE) è cresciuto a ritmi ben superiori a quelli dell'industria nel suo insieme¹⁰⁶.

All'interno del settore del riciclaggio rimane dominante il recupero dei metalli¹⁰⁷, in particolare, il riciclo è enormemente utilizzato nella filiera dell'alluminio¹⁰⁸, visto l'elevato costo di trasformazione nella produzione di materia prima¹⁰⁹, a fronte della totale riciclabilità del prodotto finale. L'insieme degli altri settori del riciclo ha però conosciuto una crescita più accelerata, passando negli ultimi 10 anni da un valore di 485 milioni di euro a 2.215 milioni di euro (cioè dal 45% al 53% del valore dell'intero settore) e triplicando gli occupati complessivi oggi pari a circa 7.800 addetti.

L'Italia ha scarsa disponibilità di materie prime, per cui c'è una forte dipendenza da materia seconda¹¹⁰ in settori fondamentali dell'industria: nella produzione siderurgica dell'alluminio e in altre aree metallurgiche, ma anche nel settore cartario, vetrario, nella lavorazione del legno e nella produzione di mobili, nel tessile laniero, nelle materie plastiche. nel corso dell'ultimo decennio, per tutti i materiali principali, si è registrato un incremento delle

¹⁰⁶ In Italia, tra il 2000 e il 2007 l'indice della produzione industriale manifatturiera ha subito una contrazione del 4%, mentre l'indice delle attività di riciclaggio è cresciuto del 17,2%. Nell'Europa a 27, nello stesso intervallo di tempo, l'indice della produzione industriale manifatturiera è salito di 13 punti percentuali, mentre quello delle attività di riciclaggio è cresciuto di ben 50 punti. (Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, Edizioni Ambiente, 2008)

¹⁰⁷ Il riciclo dei metalli valeva, nel 2005, 1968 milioni di euro (circa il 47% del valore della produzione del settore ed è tuttora prevalente come numero di imprese (il 55% del totale) ma non di occupati (il 39%). Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, Edizioni Ambiente, 2008

¹⁰⁸ Oggi l'alluminio riciclato (secondario) è presente nel 40% dei prodotti di questo materiale in commercio in Italia. L'alluminio secondario ha un costo di lavorazione inferiore rispetto al primario: 1 ton di alluminio primario = 3,4 tep - tonnellate equivalenti di petrolio (23,6 barili) contro 1 ton di alluminio secondario = 230 kg di petrolio equivalenti (1,6 barili).

¹⁰⁹ la bauxite pesa 13 KWh/kg

¹¹⁰ In Italia oltre il 50% degli input produttivi principali è costituito da materie seconde derivanti sia dagli scarti di produzione, che da attività di selezione e recupero dei rifiuti. In Europa almeno il 50% della carta e dell'acciaio, il 43% del vetro e il 40% dei metalli non ferrosi prodotti derivano oramai da materiali riciclati.

quantità riciclate in Italia e anche un innalzamento del tasso di riciclo¹¹¹ per cui ha conosciuto un forte sviluppo la raccolta delle materie seconde, sia "pre" che "post" consumo, sia dal settore dei rifiuti urbani che dal settore dei rifiuti industriali¹¹². In Italia sono avviati a riciclo circa 57 milioni di tonnellate¹¹³ di rifiuti dei processi di produzione e di consumo (i dati disponibili per i rifiuti speciali¹¹⁴ sono probabilmente incompleti e non includono i flussi di recupero interno e le tipologie di scarti di produzione). Le operazioni di riciclo dei rifiuti urbani nel 2006 hanno consentito la valorizzazione di 8,4 milioni di tonnellate di materiali (incluso la frazione organica)¹¹⁵. Nel settore dei rifiuti industriali, dove la contabilità è più incerta, le operazioni di riciclo hanno riguardato nel 2005 circa 49,4 milioni

¹¹¹ Gli incrementi più eclatanti sono legati ai settori che hanno visto affermarsi in tempi recenti una industria del riciclo (materie plastiche e in parte del legno), ma una crescita significativa ha caratterizzato l'insieme dei materiali, compresi quelli soggetti a recupero obbligatorio (oli usati, batterie a piombo). Per alcuni materiali la crescita del riciclo interno è stata meno sensibile della crescita della raccolta interna e pertanto lo sviluppo della raccolta interna si è associata più ad una flessione delle importazioni dall'estero che ad uno sviluppo delle capacità di riciclo interno. Per altri materiali, al contrario, lo sviluppo del riciclo interno è stato soddisfatto anche dalla crescita delle importazioni dall'estero. Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, Edizioni Ambiente, 2008

¹¹² La non omogeneità dei dati disponibili, le variazioni nei quantitativi registrati attribuibili a innovazioni normative e le incertezze relative ad alcuni flussi non consentono una rappresentazione esaustiva e affidabile delle dinamiche del recupero dei materiali, comunque complessivamente sia la raccolta che il riciclo interno hanno mostrato una costante e quasi generalizzata crescita.

¹¹³ fonte: APAT 2008

¹¹⁴ "Il recupero energetico in co-combustione in impianti industriali interessa 2,9 milioni di tonnellate di rifiuti speciali, in primo luogo rifiuti derivanti dalla lavorazione del legno e della carta (1,3 milioni di tonnellate), dalle attività agroalimentari (500.000 tonnellate), dalla produzione di biogas (490.000 tonnellate), ma anche CDR e frazione secca da urbani (194.000 tonnellate) pneumatici (107.000 tonnellate), oli esausti e fanghi. Questi flussi sono stati impiegati in impianti di produzione di energia (1,05 milioni di tonnellate), in impianti termici dell'industria del legno e della carta (768.000 tonnellate) e nei cementifici (300.000 tonnellate). L'incenerimento dei rifiuti speciali riguarda 1,1 milioni di tonnellate, dei quali circa 520.000 costituiti da rifiuti pericolosi (principalmente nel settore petrolchimico)." Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, Edizioni Ambiente, 2008

¹¹⁵ Questi flussi sono stati oggetto di effettivo riutilizzo industriale (o agronomico) in maniera variabile a seconda della tipologia di materiale, ma comunque per una quota complessivamente non inferiore al 75-80%.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

di tonnellate di materiale (di cui 1,2 milioni costituiti da rifiuti pericolosi)¹¹⁶. Il principale recupero è quello di sostanze inorganiche (31 milioni di tonnellate) in gran parte per recuperi di inerti da demolizione e costruzione, seguito da metalli e composti metallici (pari a 8,8 milioni di tonnellate), importante anche la quota di riciclo di sostanze organiche (5,4 milioni di tonnellate) e il più dubbio recupero per spandimento sul suolo (3,8 milioni di tonnellate, soprattutto fanghi di depurazione e residui agro zootecnici). Flussi minori ma importanti sono il recupero e la rigenerazione di solventi (circa 230.000 tonnellate), la rigenerazione di acidi (circa 70.00 tonnellate) e di oli usati (70.000 tonnellate)¹¹⁷.

		immesso	raccolto	riciclo	di cui gestito	recupero energetico	di cui gestito
2007	primari	1.450.000	444.344	285.730	285.730	685.688	365.934
	secondari/terziari	820.000		356.004	4.004	1.616	1.616
2008	primari	1.415.000	528.166	302.560	302.560	749.514	431.700
	secondari/terziari	790.000		368.880	5.880	1.171	1.171
2009	primari	1.404.000	610.490	258.017	258.017	855.149	275.149
	secondari/terziari	756.000		378.000	4.000	1.000	1.000
2010	primari	1.412.000	695.959	335.586	335.586	897.835	302.835
	secondari/terziari	761.000		388.000	4.000	1.000	1.000
2011	primari	1.454.000	779.474	406.532	406.532	950.870	340.870
	secondari/terziari	784.000		398.000	4.000	1.000	1.000

Immesso al consumo, riciclato e recuperato energeticamente. (V.A. in Tons).Fonte: COREPLA 2008

Anche in Italia, come nel resto del mondo, è cambiato lo scenario. La "globalizzazione" dell'economia e l'emergere dei paesi asiatici ha causato un' esplosione della domanda di materie prime e seconde (con conseguente crescita delle importazioni) che ha interessato soprattutto gran parte delle economie emergenti. Per un mercato caratterizzato da una crescente domanda a livello mondiale assume importanza fondamentale il riciclo in quanto è fonte di materie seconde sostitutive di materie prime. Nel corso

¹¹⁶ fonte: APAT 2008

¹¹⁷ Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, Edizioni Ambiente, 2008

dell'ultimo decennio la concomitanza tra nuove politiche di recupero dei rifiuti¹¹⁸ e l'evoluzione delle produzioni industriali ha ridefinito, almeno in parte, il volto del riciclo in Italia¹¹⁹: il nostro Paese, storicamente importatore di materie seconde, ha visto crescere in alcuni settori le esportazioni di rifiuti riciclabili¹²⁰ (in particolare si è verificato uno spostamento dai mercati interni all'Europa a quelli extra-europei (in primo luogo a quelli asiatici)¹²¹. Il tema della gestione dei rifiuti e del riciclo industriale è importante anche rispetto alle politiche di riduzione dei consumi energetici e delle emissioni climalteranti.

L'Unione europea ha concordato un ambizioso programma per la riduzione delle emissioni climalteranti, l'efficienza e la sicurezza energetica, noto come programma "20-20-20". Questo programma prevede che l'UE, con una ripartizione nazionale in corso di definizione, raggiunga al 2020 l'obiettivo

¹¹⁸ D.Lgs. n.22/97 (c.d. "Decreto Ronchi"), D. Lgs. 152/2006 e successivi correttivi (questo decreto recepisce la Direttiva 2004/12/CE e prevede l' obiettivo di riciclo minimo del 26% in peso)

¹¹⁹ L'Italia presenta sia per l'acciaio che alluminio, rame e piombo, una forte produzione secondaria che richiede ancora consistenti importazioni dall'estero. Nel settore cartario, invece, l'incremento dei recuperi interni (+ 71%) nell'ultimo decennio ha largamente superato la crescita della capacità interna di riciclo (+28%), trasformando l'Italia storico importatore di carta da macero in un esportatore netto. Nel settore tessile si è registrato un costante e forte ridimensionamento del mercato del recupero (testimoniato anche dalla contrazione dei volumi produttivi dei tradizionali settori di impiego). Nel settore vetrario la crescita del riciclo interno (+64%) ha superato l'incremento della raccolta interna (+57%) e si è accompagnata ad una crescita delle esportazioni (+126%).

¹²⁰ Nel settore cartario dal 1999 al 2007 le esportazioni sono aumentate di quasi 8 volte, passando da 120 a 910.000 tonnellate annue. Nel settore delle materie plastiche le esportazioni sullo stesso arco temporale si sono invece triplicate, passando da 39 a 117.000 tonnellate, e anche in settori dove il saldo commerciale è negativo, come nel caso dell'alluminio tra il 2002 e il 2006 le esportazioni sono più che raddoppiate aumentando di 30.000 tonnellate a fronte di un'a crescita delle importazioni del 17%, pari a 50.000 tonnellate. Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, Edizioni Ambiente, 2008

¹²¹ Nel settore cartario le esportazioni intra-UE, nel periodo 2004-2007, sono scese dal 64% al 40%, mentre la Cina ha quasi raggiunto la Germania (lo storico importatore dei maceri italiani), passando da 43 a 225 mila tonnellate di maceri importati. Nel settore delle materie plastiche le esportazioni extra comunitarie sono ormai pari all'80% del totale (erano il 60% nel 2002), con la Cina che assorbe oggi circa i 2/3 delle esportazioni (era il 22% nel 2002). Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, Edizioni Ambiente, 2008

di ridurre del 20% i consumi di energia¹²² rispetto ai consumi tendenziali, di possedere una quota del 20% di fonti energetiche rinnovabili¹²³ sul consumo energetico, di diminuire del 20% le emissioni climalteranti¹²⁴ rispetto al 2005 con l'obiettivo di raggiungere il 30% in presenza di un accordo internazionale di riduzione).

Con riferimento ai consumi energetici e all' effetto sulle emissioni climalteranti, è stato calcolato che, in Italia, il riciclo ha fatto risparmiare una quantità pari a 15 milion di tep¹²⁵ (tonnellate equivalenti di petrolio di

¹²² Con riferimento al programma "20-20-20" della Comunità europea, non sono ancora definiti con esattezza gli obiettivi per l'Italia, ma si possono identificare alcuni target orientativi. Con riferimento all' efficienza energetica, vale il Piano di azione nazionale che prevede, per l' Italia al 2016, una riduzione dei consumi finali equivalente a 126mila GWh (pari a 15,3 Mtep in energia primaria) ripartita tra il settore residenziale (57.000 GWh) il terziario (25.000) l'industria (22.000) e i trasporti (23.000). Gli interventi previsti riguardano sia i consumi elettrici (33.000 GWh risparmiate) che i consumi termici (8 Mtep risparmiati). Il Piano di Azione non considera interventi relativi al riciclo dei rifiuti che, in quanto tali non sono interventi di efficienza energetica.

¹²³ Per quanto riguarda il settore delle fonti rinnovabili, per Italia l' obiettivo è di raggiungere il 17% di fonti rinnovabili sugli usi finali (in termini di usi finali l'attuale peso delle rinnovabili con i meccanismi di calcolo europei è del 5,2%)

¹²⁴ Rispetto alle emissioni climalteranti, l'obiettivo definito per l'Italia, sui settori non coperti dallo schema ETS (che valgono 350 milioni di tonnellate di CO₂ su un totale di 580 milioni), è una riduzione del 13% rispetto ai livelli del 2005. Ciò equivale a circa 96 milioni di tonnellate di riduzione complessiva di CO₂ dal 2006 al 2020 e a 51 milioni di riduzione nei settori ETS nel periodo fino al 2020.

¹²⁵ Questa stima di riduzione, effettuata nel 2006, è stata valutata su un totale di 40 milioni di tonnellate di materiale (derivante da cicli di consumo e produzione) reimpiegati nell'industria italiana (una quinta parte di questi materiali deriva da importazioni). I coefficienti impiegati per la stima già assumono le differenti rese produttive del materiale di riciclo rispetto alla materia prima vergine. La riduzione di consumi energetici associata al riciclo, senza considerare il feedstock energetico, è nell'intervallo tra 8,7 e 22,5 milioni di tep (la differenza dipende da alcune stime relative all'acciaio). Il valore di riferimento sulla base della media delle singole stime (non di massimo e minimo) è di 15,3 milioni di tep. Si tratta di un valore di assoluto rilievo pari rispettivamente all'8% e al 38% rispetto al consumo interno totale di energia (circa 196 milioni di tep) e ai consumi del settore industriale (circa 40 milioni di tep). Una parte delle emissioni evitate si realizza a monte dei processi produttivi localizzati in Italia, ma la gran parte dei benefici è conseguita direttamente in Italia. (Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, Edizioni Ambiente, 2008)

energia primaria), mentre il valore medio di mancate emissioni associate al riciclo è di circa 55 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente¹²⁶.

Rispetto al 2020 la produzione rifiuti urbani, in Italia, è stimata 37,4 milioni di tonnellate con una crescita di poco meno di 5 milioni di tonnellate rispetto al 2005, pari a un incremento del 15% inferiore a quello previsto per il PIL¹²⁷. Si prevede una media globale di scarti pari a circa il 15% del materiale, destinata a valorizzazione energetica¹²⁸. Si prevede una quantità di rifiuto residuo¹²⁹ di 20 milioni di tonnellate composto da 17 milioni di rifiuto indifferenziato e da circa 3 milioni di scarti da RD. Sempre al 2020, l'obiettivo di sviluppo del riciclo è valutato in un incremento del 15%¹³⁰ (e

¹²⁶ La stima è stata valutata su un totale di 40 milioni di tonnellate di materiale (derivante da cicli di consumo e produzione) reimpiegati nell'industria italiana (una quinta parte di questi materiali deriva da importazioni). Rispetto al totale del riciclo nazionale non sono stati considerati i recuperi di tipo agronomico che hanno un potenziale di assorbimento di CO₂ non indifferente. La riduzione di emissioni climalteranti associate al riciclo, rispetto alle emissioni generabili in assenza di riciclo, è stimabile nell'intervallo tra 32 e 88 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente (la dimensione dell'intervallo è imputabile ai valori minimi assunti per l'acciaio). Il valore di riferimento è di 55 milioni di tep, valore di assoluto rilievo pari al 9,5% delle emissioni lorde nazionali (581 milioni di tonnellate) e al 44% delle emissioni derivanti dai consumi energetici e dalle emissioni specifiche delle lavorazioni industriali (complessivamente pari a 126 milioni di tonnellate). Una parte delle emissioni evitate si realizza a monte dei processi produttivi localizzati in Italia. (Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, Edizioni Ambiente, 2008)

¹²⁷ L'istituto di ricerche "Ambiente Italia" ha ipotizzato uno scenario 2020: complessivamente su scala nazionale le stime di Raccolta Differenziata prevedono di raggiungere un tasso medio del 55% (20, 4 milioni di tonnellate di materiali). Per i materiali derivanti da raccolta differenziata si prevede sia il riciclaggio come materiale (esclusivo per metalli e vetro) sia il compostaggio e la digestione anaerobica (per frazione organica) sia l'uso energetico (per carta in co-combustione con biomasse).

¹²⁸ Per plastica e carta si assumono anche esportazioni dirette (1 milione di tonnellate per carta, 500.000 per plastica). Rispetto alla situazione attuale gli incrementi più sensibili di riciclo sono previsti per la carta, per i metalli e per le plastiche oltre che per la frazione organica.

¹²⁹ Il sistema di gestione del rifiuto residuo è fondato su 3 criteri: 1) massimizzare i recuperi energetici con sistemi che consentono nella massima misura possibile di ridurre le emissioni generate e di massimizzare le emissioni evitate in particolare le emissioni climalteranti 2) ridurre ai minimi tecnici la quantità di rifiuti destinata a discarica e in particolare le frazioni suscettibili di generare emissioni, soprattutto di biogas 3) semplificare il ciclo di trattamento, mantenendo una riserva di flessibilità in funzione dell'andamento della produzione di rifiuti e dello sviluppo dei recuperi.

¹³⁰ Assumendo che questo incremento si ripartisca in maniera equivalente su tutti i materiali significa un risparmio di 2,3 Mtep di energia e una riduzione di 8,2 milioni di tonn di CO₂. Un incremento del 15% del riciclo industriale interno equivale: a) a circa il 16% della riduzione di CO₂ (51 milioni di

quindi passare da un tasso del riciclo del 48% a 55,2%), considerando i ricicli interni senza considerare quindi l'esportazione di una quota dei materiali recuperati. Al contributo diretto del riciclo industriale possiamo aggiungere i benefici che potrebbero derivare da una gestione più efficiente del ciclo di trattamento del rifiuto urbano residuo. In questo caso i contributi più rilevanti sono legati alla chiusura dell'impiego delle discariche (l'eliminazione dello smaltimento del rifiuto tal quale genera un beneficio largamente superiore a quello del recupero di biogas).

CAP. 2 LA PLASTICA: CAMPO DI RICERCA

2.1 Gli imballaggi nell'attuale sistema economico, il concetto di packaging: sviluppo industriale e funzione socio-economica

Riconoscere il senso dell'imballaggio nell'economia moderna è necessario per comprendere il nesso tra crescita economica, consumo di risorse naturali, produzione di rifiuti e sviluppo sostenibile¹³¹. L'aumento generalizzato dei consumi e la variazione degli stili di vita¹³² configurano una tendenza che sembra realisticamente poco arginabile, l'incremento delle merci reca con sé un corrispondente incremento degli imballaggi¹³³ che, di conseguenza,

tonn) richiesta ai settori coperti da emission trading nel periodo 2005-2020 b) a circa il 15% della maggiore efficienza energetica (15,3Mtep) prevista per tutti i settori (civile, industria, trasporti) al 2016. c) a circa il 9% della riduzione globale di CO₂ (circa 96 milioni di tonn) prevista per incontrare gli obiettivi al 2020.

¹³¹ Nella sua proposta relativa ad una strategia per lo sviluppo sostenibile, la Commissione europea evidenzia la necessità di spezzare il nesso tra crescita economica, uso delle risorse e produzione di rifiuti (Comunicazione della Commissione "Sviluppo sostenibile in Europa per un mondo migliore: strategia dell'Unione europea per lo sviluppo sostenibile", COM(2001) 264 def. del 15.5.2001.). Il Consiglio europeo di Göteborg (giugno 2001) ha concluso che occorre modificare la relazione tra crescita economica, consumo di risorse naturali e produzione di rifiuti. (Cfr. <http://ue.eu.int/en/Info/eurocouncil/index.htm>, e in particolare il paragrafo 31)

¹³² Ad esempio si pensi al consumo dei beni alimentari, dove il minor tempo disponibile per la preparazione dei cibi e la riduzione dei nuclei familiari, insieme alla moltiplicazione dei single, ha portato negli ultimi dieci anni ad una crescita notevole della quantità degli imballaggi immessi sul mercato.

¹³³ Anche se opportune azioni di prevenzione quantitativa possono limitarne la crescita fino a una possibile stabilizzazione, non è realistico pensare a ulteriori diminuzioni in futuro.

crece in proporzione con lo sviluppo economico¹³⁴. L'imballaggio, però, è destinato a trasformarsi in rifiuto all'atto stesso del consumo della merce: è tipicamente il rifiuto disperso, diffuso e pervasivo¹³⁵.

Nella lingua italiana il termine "imballaggio" viene definito come «qualsiasi involucro usato per racchiudervi e proteggere la merce da spedire o trasportare»¹³⁶, quindi viene descritto in base al suo scopo e non alla sua essenza (la formula "qualsiasi involucro" non crea distinzioni di sorta). Un'altra definizione indica come imballaggio «tutto ciò che permette lo spostamento nello spazio e nel tempo del consumo di un bene»: in questo caso si sottolinea la «capacità dell'imballaggio di spostare un consumo (cioè un atto il cui valore è commerciabile) dilatandone l'efficacia nel tempo e nello spazio ed estendendo di conseguenza le potenzialità economiche della merce»¹³⁷. Una definizione di legge stabilita a livello comunitario (direttiva 94/62/CEE, così come modificata dalla direttiva 2004/12/CE¹³⁸), descrive l'imballaggio come «il prodotto, composto di materiali di qualsiasi natura, adibito a contenere determinate merci, dalle materie prime ai prodotti finiti, a proteggerle, a consentire la loro manipolazione e la loro consegna dal produttore al consumatore o all'utilizzatore, ad assicurare la loro presentazione, nonché gli articoli a perdere usati allo stesso scopo»¹³⁹. Per

¹³⁴ Tutti i prodotti industriali destinati al consumo, necessitano di una confezione, quindi l'imballaggio è un elemento trasversale e pervasivo e riflette l'andamento dei vari settori produttivi, cioè è un indicatore a valle dei processi di produzione: se cresce la quantità e migliora la qualità degli imballaggi immessi sul mercato possiamo dedurre che anche l'economia e i consumi sono in crescita. Boccia A., Caglioti L., Chiacchierini E., Ficco P., Liuzzo G., Milella F., Zanuttigh L., *Gli imballaggi in plastica in una prospettiva di sostenibilità*, Corepla, Edizioni Ambiente 2006)

¹³⁵ I rifiuti di imballaggi costituiscono circa il 30% dei rifiuti urbani e il 5% del totale dei rifiuti prodotti.

¹³⁶ Vocabolario Treccani, 2000

¹³⁷ Boccia A., Caglioti L., Chiacchierini E., Ficco P., Liuzzo G., Milella F., Zanuttigh L., *Gli imballaggi in plastica in una prospettiva di sostenibilità*, Corepla, Edizioni Ambiente 2006)

¹³⁸ Direttive recepite in Italia rispettivamente dal D. Lgs. 22/97 e poi dal D. Lgs. 152/2006

¹³⁹ (art. 35, lett. a), Decreto Legislativo 22/97; art. 218, comma 1, lett. a) Dlgs 152/2006). Il Dlgs 152/2006 art.218. suddivide gli imballaggi nelle tre categorie: 1) *imballaggio per la vendita o imballaggio primario*: imballaggio concepito in modo da costituire, nel punto di vendita, un'unità di vendita per l'utente finale o per il consumatore; 2) *imballaggio multiplo o imballaggio secondario*: imballaggio concepito in modo da costituire, nel punto di vendita, il raggruppamento di un certo numero di unità di vendita, indipendentemente dal fatto che sia venduto come tale all'utente finale o al consumatore, o che serva soltanto a facilitare il rifornimento degli scaffali nel punto di vendita. Esso

maggior chiarezza si può dire che il termine italiano “imballaggio” è, per certi aspetti, riduttivo, infatti in questa parola non è compreso il concetto di “confezione e confezionamento” che serve ad arricchire e completare, nella nostra percezione, la gamma dei possibili contenitori della merce¹⁴⁰. L'inglese “packaging”, probabilmente, rende meglio l'idea dell'impacchettamento del prodotto.

Dal punto di vista del mercato, l'imballaggio assolve alla funzione di rendere commerciabili i prodotti, dunque, in estrema sintesi, permette che la domanda e l'offerta dei beni si incontrino¹⁴¹, in particolare è ormai uno strumento non solo di transazione commerciale, ma anche del rapporto sociale, un “servizio integrato alla merce” senza il quale la merce stessa non potrebbe esistere. Esso, in tutte le sue articolazioni, è la conseguenza, ma anche il presupposto della “produzione su larga scala”, dell'allargamento dei mercati, della grande distribuzione: «Spostare nello spazio e nel tempo il consumo di un bene» significa poter “dislocare” le fasi di produzione e distribuzione in Paesi diversi¹⁴². E' dunque un anello centrale dello sviluppo economico¹⁴³, così come oggi lo conosciamo e molto probabilmente

può essere rimosso dal prodotto senza alterarne le caratteristiche; 3) *imballaggio per il trasporto o imballaggio terziario*: imballaggio concepito in modo da facilitare la manipolazione ed il trasporto di merci, dalle materie prime ai prodotti finiti, di un certo numero di unità di vendita oppure di imballaggi multipli per evitare la loro manipolazione ed i danni connessi al trasporto, esclusi i container per i trasporti stradali, ferroviari marittimi ed aerei.

¹⁴⁰ “L'universo degli imballaggi si articola oltre all'imballaggio di vendita, in una serie di altri prodotti complementari (scatoloni, pallet, plastiche termoretrabili, imbottiture etc.) che nel loro complesso compongono il 50% del totale” Boccia A., Caglioti L., Chiacchierini E., Ficco P., Liuzzo G., Milella F., Zanuttigh L., *Gli imballaggi in plastica in una prospettiva di sostenibilità*, Corepla, Edizioni Ambiente 2006)

¹⁴¹ In Europa, fino a poche decine di anni fa, il tramite dell'imballaggio era molto meno significativo e determinante rispetto ad oggi (le merci confezionate erano molto poche) ed esisteva un mercato di prodotti a tempo vita estremamente ridotto e distribuiti nelle adiacenze del luogo di produzione.

¹⁴² Oggi (globalizzazione dell'economia) molti prodotti industriali contengono componenti che sono realizzati in luoghi anche molto lontani rispetto a dove vengono poi assemblati.

¹⁴³ L' imballaggio, facendosi interprete di nuove funzioni e prestazioni, può diventare investimento a monte del ciclo economico e veicolo di sviluppo, consentendo produzioni e commercializzazioni che non sarebbero possibili senza contenitori adeguati.

continuerà ad avere un ruolo determinante anche in una prospettiva di sviluppo sostenibile¹⁴⁴.

Nella realtà contemporanea l'imballaggio è chiamato a svolgere una grande varietà di funzioni¹⁴⁵. Dal punto di vista della "protezione/sicurezza", esso deve essere in grado di "isolare" la merce, riducendo al minimo, o annullando del tutto, la possibilità di contatto tra il prodotto e l'esterno¹⁴⁶; inoltre proteggendo la merce da agenti meccanici, chimici, termici, biologici, e assicurando l'igiene e la sicurezza del prodotto, consente che rimanga intatto il valore commerciale della merce, indipendentemente dalla distanza alla quale viene trasferita, evitando qualsiasi svalutazione della stessa¹⁴⁷. Per quel che concerne l'aspetto della "conservazione/durata", l'imballaggio deve garantire le caratteristiche specifiche del prodotto dall'atto del confezionamento, per tutto il periodo della distribuzione e fino al momento del suo ipotizzabile utilizzo: un prodotto deperibile può essere approntato in una certa data e consumato in una data successiva e la distanza nel tempo tra questi due momenti si è moltiplica vertiginosamente rispetto ai ritmi spontanei di deperimento¹⁴⁸. Quindi, rispetto ad alcune merci, come i prodotti alimentari deperibili, l'imballaggio ha moltiplicato in maniera esponenziale il tempo che intercorre tra produzione del bene e suo consumo finale: questa svolta, avvenuta in tempi relativamente brevi, ha avuto conseguenze economiche rivoluzionarie consentendo la penetrazione in mercati precedentemente preclusi e permettendo una diversa organizzazione della distribuzione. Le nuove tecnologie di packaging assieme all'evoluzione dei metodi di conservazione ha quindi permesso una globalizzazione dei

¹⁴⁴ Boccia A., Caglioti L., Chiacchierini E., Ficco P., Liuzzo G., Milella F., Zanuttigh L., *Gli imballaggi in plastica in una prospettiva di sostenibilità*, Corepla, Edizioni Ambiente 2006)

¹⁴⁵ *ibidem*

¹⁴⁶ In certi casi è indispensabile garantire che gli agenti esterni non danneggino la merce e in altri casi è altrettanto necessario garantire che la merce non danneggi l'esterno, cioè non provochi microinquinamenti dell'ambiente circostante e non comprometta altri prodotti.

¹⁴⁷ Grazie a ciò il prodotto imballato non è soggetto a svalutazione e rappresenta un investimento stabile per tutta la filiera produttiva e commerciale implicata.

¹⁴⁸ Materie prime che vengono estratte in un luogo possono essere lavorate in un altro e consumate in un altro ancora, e lo stesso vale per i prodotti dell'agricoltura e dell'allevamento, che oggi possono competere sullo stesso mercato pur provenendo da luoghi di produzione distanti migliaia di chilometri.

mercati, soprattutto del mercato alimentare. Per quel che riguarda l' "Efficienza/economicità", il mercato richiede sempre più l'utilizzo, per l'imballaggio, di una combinazione di materiali diversi e di una progettazione articolata, in grado di rispondere a un gran numero di variabili prestazionali. La ricerca del settore (sui materiali e lavorazioni degli imballaggi) è oggi orientata all'ottenimento del miglior risultato di prestazione ai minori costi economici e ambientali: un processo di razionalizzazione che implica minori costi per il confezionamento, minore incidenza sui prezzi al consumo e minore impatto ambientale¹⁴⁹. Dal punto di vista della "Efficacia/comodità", è da rilevare che nelle società tecnologicamente avanzate, il consumatore è sempre più sensibile alla facilità di conservazione e di utilizzo dei prodotti che acquista, per cui grande importanza assume la capacità dell' imballaggio di offrire servizi aggiuntivi di funzionalità e di piacevolezza, facilitando il trasporto, la manipolazione, l'uso razionale e immediato del prodotto (oppure un suo utilizzo diluito nel tempo)¹⁵⁰. La razionalizzazione dei formati e degli ingombri ha consentito lo sviluppo di tecniche di immagazzinaggio e di trasporto sempre più efficaci, determinando la creazione di un comparto specializzato, d'altronde all'ottimizzazione in senso logistico del packaging conseguono economie molto rilevanti. All'imballaggio è preposta, poi, un' indispensabile funzione "informativa" che mira a tutelare il cliente e questo anche su disposizioni normative internazionali¹⁵¹. Per quel che concerne la "Promozione del

¹⁴⁹ Inoltre l'imballaggio può esercitare una funzione di servizio, incorporando prestazioni che facilitano l'utilizzo delle merci, evitando l'impiego, e quindi il costo, di altri strumenti accessori, ad esempio gli imballaggi dosatori in grado di suggerire la suddivisione ottimale delle porzioni, gli imballaggi-stoviglie nei quali si può bere o mangiare direttamente, imballaggi in grado di conservare dopo un uso parziale il restante prodotto, imballaggi termici, imballaggi risigillabili etc.

¹⁵⁰ "L'imballaggio rappresenta uno degli strumenti fondamentali per declinare il prodotto secondo le diverse esigenze del consumatore: grandi confezioni risparmio oppure piccole quantità monodose; contenitori-stoviglie nei quali è possibile bere o mangiare direttamente; imballaggi miscelatori dove prodotti diversi entrano in contatto al momento del consumo; contenitori idonei al freezer, al forno o al micro-onde e così via." Boccia A., Caglioti L., Chiacchierini E., Ficco P., Liuzzo G., Milella F., Zanuttigh L., *Gli imballaggi in plastica in una prospettiva di sostenibilità*, Corepla, Edizioni Ambiente 2006)

¹⁵¹ L' imballaggio rappresenta un momento cardine dove si trasmettono informazioni e valori con semplicità e chiarezza in concomitanza al delicato momento della scelta di acquisto. Confezioni ed etichette devono fornire indicazioni chiare che garantiscano il consumatore in termini di qualità e sicurezza di quanto acquista (quantità del contenuto e dei singoli componenti, modalità di conservazione, durata, identificazione del produttore).

prodotto” esiste una fusione ormai inscindibile tra merce e imballaggio: la forma, il colore, lo stile di un imballaggio possono contribuire significativamente al successo commerciale di un prodotto, tanto da diventare elementi di marketing che vanno progettati con attenzione. Il packaging promuove la merce nella fase cruciale del suo percorso commerciale: il punto vendita. Lo sviluppo stesso del marketing ha condotto a considerare con sempre maggiore attenzione l’imballaggio come portavoce delle caratteristiche intrinseche del prodotto¹⁵². Attraverso l’imballaggio, dunque, il prodotto si caratterizza, si differenzia dagli altri e concentra su di sé l’attenzione dell’acquirente. Più velocemente è in grado di catturare l’attenzione del consumatore, maggiori sono le probabilità di vendita. Il consumatore sceglie¹⁵³ entro un ristretto numero di marche tra le tante disponibili sul mercato e solo all’interno di questo gruppo le specifiche qualità del prodotto possono far prevalere una marca sull’altra e determinare una scelta da parte del consumatore (ragionata o emotiva)¹⁵⁴. A determinare l’accesso del prodotto all’interno di questo ristretto gruppo è il cosiddetto “marketing mix”¹⁵⁵ nel quale l’imballaggio svolge un ruolo centrale, essendo il tramite fra il prodotto e la sua utilità, (quindi caratterizzando la possibilità di far in modo che questa sia percepita dall’utente finale).

¹⁵² La confezione non comunica solo l’oggettività del contenuto (merceologia, quantità, modo d’uso, additivi, scadenza) ma assolve a una sorta di comunicazione simbolica tra produttore e consumatore su tutte le risposte che il prodotto è in grado di dare, può evocare atmosfere e sensazioni (freschezza, genuinità, raffinatezza, esclusività e così via), può rassicurare (riproduzione del contenuto o addirittura trasparenza), può introdurre elementi di maggiore economicità (formato famiglia, sconti, operazioni speciali, premi).

¹⁵³ Il “consumatore” è “chi effettua il consumo, ovvero utilizza beni e servizi prodotti dall’economia”: ci si riferisce in particolare alla relazione che si stabilisce tra una persona e uno specifico beneficio offerto da un determinato prodotto. Quando il consumatore sceglie valuta il “rischio di acquisto” di un prodotto. Esistono tre tipi fondamentali di rischio: 1) Rischio di prestazione; 2) Rischio sociale; 3) Rischio di immagine di sé

¹⁵⁴ La continuità degli acquisti è non automaticamente garantita perché legata ad una successione di scelte a livelli diversi, verifiche, riposizionamenti, statistiche e paragoni fino a determinare la marca che in quella fase è la più idonea all’appagamento del bisogno, solo a questo punto può intervenire l’“abitudine d’acquisto” (la cosiddetta “fidelizzazione” del cliente, nell’ottica del produttore).

¹⁵⁵ Il “marketing mix” è l’insieme delle caratteristiche di distribuzione, imballaggio, prezzo, promozione e pubblicità studiati per un certo prodotto.

Oggi si sta delineando una crescente consapevolezza¹⁵⁶ dei consumatori, che porta a scelte di acquisto sempre più orientate e legate ad un consumo responsabile, alla cultura di prevenzione nella produzione dei rifiuti, alla salvaguardia dell'ambiente. Si sta sempre più facendo strada un atteggiamento caratterizzato dalla necessità di conoscere ad esempio la provenienza e la rintracciabilità di un prodotto (come e da chi è stato lavorato, come viene distribuito); di rifiutare imballaggi sovradimensionati; di ridurre l'utilizzo dei prodotti usa e getta; di scegliere prodotti confezionati con imballaggi razionalizzati al minimo necessario (o con imballaggi ricaricabili o riutilizzabili) o imballati con materiali naturali, riciclati o facilmente riciclabili. In questa prospettiva la "compatibilità ambientale" di un imballaggio può divenire un elemento decisivo ai fini dell'acquisto del prodotto, per questo gli attributi etici di certe marche stanno diventando fattori di qualificazione e di competitività significativi. Parte del sistema delle imprese ha reagito in maniera attiva a questa tendenza della domanda, investendo sulla qualità ambientale¹⁵⁷ della merce e del processo di produzione. In questa prospettiva molte imprese si sono affrancate da un modello che le vedeva adeguarsi forzosamente alle prescrizioni normative e sono diventate protagoniste dirette del miglioramento ambientale, promuovendo progetti, creatività e strategie nella direzione della sostenibilità¹⁵⁸ e considerando l'imballaggio nel suo essere un bene a sé, un prodotto, con un proprio ciclo di vita. In tal senso spesso hanno assunto l'approccio LCA¹⁵⁹: ricostruire gli input e gli output con i relativi carichi ambientali relativi alla vita di un singolo prodotto, dalla culla alla tomba o addirittura dalla culla alla culla (come propongono alcune nuove tendenze

¹⁵⁶ Un consumatore quando sceglie un prodotto utilizza la sua capacità critica e l'appartenenza consapevole ad un contesto sociale

¹⁵⁷ La capacità di un'impresa di garantire la compatibilità ambientale dei propri prodotti e l'efficacia nel comunicare questa scelta, diventano occasioni per affermarsi nel mercato, argomenti per consolidare un rapporto di fiducia con i consumatori e nuovi fattori di competitività.

¹⁵⁸ Rispetto al tema della "qualità ambientale" i comportamenti di impresa hanno prevalentemente seguito due direzioni: a) diminuire gli impatti ambientali dei prodotti e dei processi di produzione, b) prevenire la produzione di rifiuti derivanti dalle merci immesse al consumo; investendo quindi su una strategia di prevenzione "a monte".

¹⁵⁹ L' *Analisi del ciclo di vita dei singoli prodotti LCA* consentendo misurazioni virtuali molto precise, permette scelte e interventi puntuali fin dalla fase di progettazione.

che finalizzano l'analisi alle attività di riciclo). In questa prospettiva un'importanza rilevante ha avuto il "Libro Verde sulla politica integrata relativa ai prodotti" (Integrated Product Policy – IPP – COM 2001 68)¹⁶⁰ (e la Comunicazione del Giugno 2003 "Politica integrata dei prodotti: sviluppare il concetto di ciclo di vita ambientale") il cui presupposto fondamentale è che le prestazioni ambientali dei prodotti possono essere ottimizzate dal mercato se i prezzi delle merci riflettono i veri costi ambientali, applicando il principio del "chi inquina paga": il prezzo del prodotto deve cioè comprendere il costo ambientale generato affinché questo possa essere ripagato. Le nuove politiche ambientali di impresa ("Politiche ambientali di seconda generazione") promosse dall'Unione europea, mirano ad incentivare una diversa cultura imprenditoriale trasferendo l'intervento da "valle" (dove si può solo riparare il danno) a "monte" (dove si determinano le condizioni perché il danno non avvenga), comprendendo sia gli "effetti diretti"¹⁶¹, che gli "effetti indiretti"¹⁶². In tal senso l'UE ha incentivato strumenti per orientare le scelte delle imprese (ad esempio i sistemi di certificazione ambientale¹⁶³), strumenti volontari¹⁶⁴ che hanno lo scopo di fornire un'intelligenza di sistema che riformuli l'intero ciclo, dal prelievo delle materie prime alla produzione, alla distribuzione, al consumo, fino alle

¹⁶⁰ "L'approccio IPP, molto efficace per tener conto della dimensione ambientale dei prodotti, è basato su 5 principi fondamentali: 1) *considerazione del ciclo di vita*: mira a ridurre l'impatto ambientale complessivo cercando di evitare che le iniziative incentrate su singole fasi del ciclo di vita si limitino a trasferire il carico ambientale su altre fasi; 2) *collaborazione con il mercato*: incentivi per orientare il mercato verso soluzioni più sostenibili, incoraggiando la domanda e l'offerta di prodotti più ecologici; 3) *coinvolgimento delle parti interessate*; 4) *miglioramento continuo*; 5) *molteplicità degli strumenti di azione*.

¹⁶¹ Impatti sull'ambiente facilmente circoscrivibili

¹⁶² Impatti sull'ambiente rintracciabili attraverso un ragionamento più complesso che misura le conseguenze indotte dall'attività al di fuori del luogo di produzione

¹⁶³ Il sistema EMAS (Environmental Management and Audit Scheme) (Regolamento CEE 1836/93) è un sistema di certificazione ambientale che prevede, per le imprese convalidate, l'iscrizione in un registro europeo e la possibilità di utilizzare il marchio ufficiale a garanzia della propria qualificazione.

¹⁶⁴ Le imprese sviluppano su base volontaria una propria responsabilità nei confronti della tutela dell'ambiente (EMAS II Regolamento CE 761/2001)

varie possibili soluzioni di valorizzazione post- consumo¹⁶⁵. Un esempio è il "Sistema di Gestione Ambientale", uno strumento che richiede che il parametro ambientale sia incorporato nel sistema organizzativo-gestionale dell'impresa¹⁶⁶.

Gli ultimi orientamenti in materia vedono nella ricerca applicata al packaging un'opportunità per valorizzare il bene imballato, permettendo la razionalizzazione economica di tanti processi implicati, e riducendo gli sprechi¹⁶⁷ (evitando le dispersioni e le degradazioni che il prodotto subirebbe senza imballaggio). In questa prospettiva l'imballaggio assumerebbe una identità "rigenerata", non più semplicemente la confezione di un prodotto, ma un bene con caratteristiche tecnologiche, estetiche e prestazionali estremamente evolute, un prodotto industriale specializzato, che può assumere in sé quelle caratteristiche per poter diventare compatibile con l'ambiente.

L'economia del packaging propone cifre rilevanti: nel 2001 la produzione mondiale di imballaggi è stata pari a circa 498 miliardi di euro (l'Europa si presenta al secondo posto dopo gli USA e, all'interno dell'Europa, l'Italia è il secondo produttore dopo la Germania). L'industria degli imballaggi è un comparto eterogeneo che coinvolge numerosi settori industriali, se si valuta anche l'indotto creato¹⁶⁸ il giro di affari del settore degli imballaggi arriva a un fatturato di circa 33 miliardi di euro (7.00 aziende e 115.000 occupati)¹⁶⁹.

¹⁶⁵ VI Programma di azione comunitaria per il periodo 2001-2010 - Decisione n. 1600/2002/CE del parlamento europeo e del Consiglio del 22 Luglio 2002 che istituisce il VI Programma comunitario di azione in materia di ambiente. Il Programma propone 5 direttrici prioritarie di azione strategica: 1) migliorare l'applicazione della legislazione vigente; 2) integrare le tematiche ambientali nelle altre politiche; 3) collaborare con il mercato; 4) coinvolgere i cittadini, indirizzandone il comportamento; 5) tenere conto dell'ambiente nelle decisioni in materia di assetto e gestione territoriale.

¹⁶⁶ deve cioè intervenire su tutte le fasi del ciclo produttivo dell'impresa e coinvolgerne la struttura decisionale.

¹⁶⁷ Nei Paesi in via di sviluppo una quota molto elevata della produzione di beni alimentari va perduta, mentre in Europa Occidentale e in Nord America gli sprechi sono molto contenuti, ad esempio in Egitto le perdite di prodotto utile vanno dal 30 al 50 % contro quelle di Europa Occidentale e in Nord America che hanno una media del 2-3%.

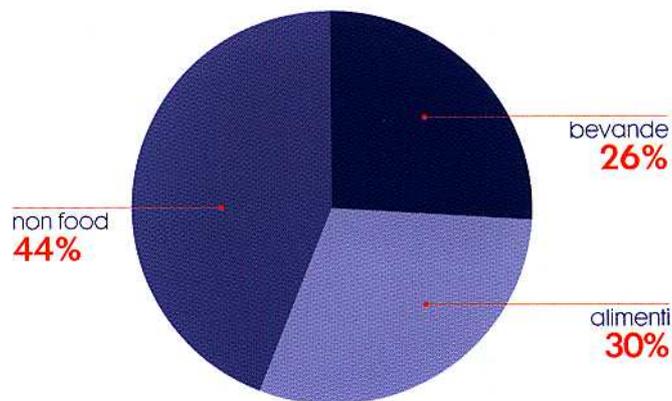
¹⁶⁸ Tra i settori industriali collegati, quello della realizzazione delle macchine per la produzione di imballaggi e confezionamento (Fonte: UCIMA)

¹⁶⁹ Fonte: UCIMA

In Italia¹⁷⁰, il consumo medio di imballaggi domestici per abitante nel 2000 si aggirava sui 193 kg/anno¹⁷¹. Considerando gli imballaggi domestici per settori di impiego emerge che quello alimentare è il più significativo (56% di cui 30% per confezionamento di alimenti, 26% per quello di bevande) rispetto all' area dei beni non alimentari¹⁷².

Figura 2.1 Ripartizione dei consumi di imballaggi domestici in Italia per settori di impiego

Fonte: Imballaggi in cifre 2002



Ripartizione dei consumi di imballaggi domestici in Italia per settori di impiego. Fonte: Istituto Italiano imballaggio

Altri dati rilevanti per inquadrare l'industria dell'imballaggio nell'economia nazionale sono il confronto con la produzione industriale complessiva¹⁷³, e l'incidenza sul PIL dell'industria dell'imballaggio, che oggi è all' 1,6%.

¹⁷⁰ In Italia tra 1996 e 2002 i consumi di imballaggi sono aumentati del 25% circa.

¹⁷¹ Gli imballaggi industriali concorrono a circa il 50% del totale e ridistribuendo anche queste quantità si dovrebbe valutare un consumo di circa 400 kg/anno pro-capite.

¹⁷² All'interno dell'area dei beni non alimentari sono presenti beni di largo consumo come prodotti per pulizia della casa, cosmesi, profumeria, abbigliamento, arredamento, elettrodomestici e altro.

¹⁷³ la produzione industriale italiana, nel periodo 1998-2001, è cresciuta in media dell' 1,6% annuo, mentre quella del settore dell'imballaggio ha avuto un incremento medio annuo del 3,9%.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

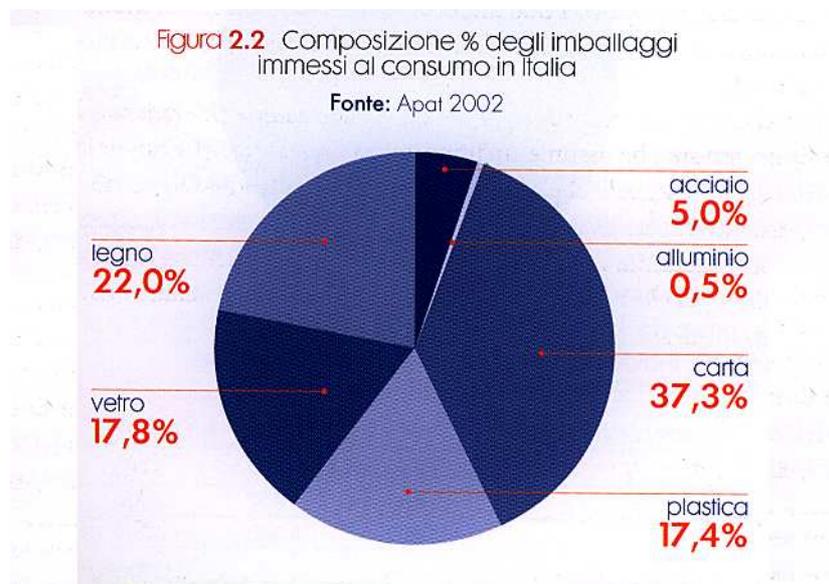
Tab 2.1 Quadro sintetico dell'evoluzione del settore della produzione di imballaggi

	1998	1999	2000	2001
Fatturato (in milioni di euro)	16.518	17.096	18.430	19.357
Numero di addetti		92.150	98.937	99.987
Aziende operanti in Italia		5.500	6.446	6.469
Produzione in peso (t/000)	14.229	14.629	15.382	15.909
Esportazioni (t/000)	1.729	1.882	2.100	2.167
Importazioni (t/000)	594	615	944	1.005
Consumo apparente nazionale (t/000)	13.094	13.422	14.226	14.747

Fonte: Imballaggi in cifre 2002 - Istituto Italiano Imballaggio

Quadro sintetico dell'evoluzione del settore della produzione di imballaggi. Fonte: Istituto Italiano imballaggio

Riguardo alle singole filiere, gli imballaggi in carta coprono più del 37% del mercato interno, seguito da legno, vetro, plastica



Composizione percentuale degli imballaggi immessi al consumo in Italia. Fonte: APAT 2002

2.2 Imballaggi in plastica: il rifiuto diventa risorsa

Negli ultimi anni si sta assistendo ad una progressiva sostituzione di imballaggi tradizionali con nuovi imballaggi in materia plastica, determinando una continua crescita del settore anche a scapito di altre tipologie di packaging. Questa crescita è favorita da vari fattori: il più

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

significativo è certamente quello che riguarda le innovazioni prestazionali, ma a questo si aggiungono la capacità della plastica di “alleggerire” sempre più la quantità di materiali impiegati, a parità di prestazioni e la crescente richiesta commerciale di prodotti freschi in porzioni preconfezionate. Il continuo e crescente sviluppo delle prestazioni li candidano, quindi, ad interpretare nuove esigenze del mercato che ad oggi non siamo in grado neppure di prevedere. Per inquadrare l’entità economica, nonché la crescita esponenziale del settore degli imballaggi di plastica in Italia, un interessante indice è il rapporto tra andamento evolutivo dell’industria manifatturiera e quello del settore.

Figura 2.5 Andamento evolutivo della produzione degli imballaggi plastici

Fonte: Istituto Italiano Imballaggio



Andamento evolutivo della produzione degli imballaggi plastici. Fonte: Istituto Italiano imballaggio

Tab 2.5 Il mercato italiano degli imballaggi di plastica (fatturato in milioni di euro)					
	1998	1999	2000	2001	2002
Fatturato	7,499	8,057	8,522	9,033	9,200
Addetti	–	–	–	32,000	32,000
Operatori	–	–	–	2,400	2,400
Produzione	2,840	3,059	3,234	3,350	3,400

(Fonte: Italia Imballaggio)

Il mercato italiano degli imballaggi di plastica. Fonte: Italia Imballaggio

Analizzando il quadro dell'immesso a consumo in alcuni paesi della UE, l'Italia ha il consumo pro-capite più alto di Europa.

Tab 2.4 Imballaggi plastici immessi al consumo e consumi pro capite in alcuni Paesi europei (2001)

	Consumi (t/000)	Pro capite (kg)		Consumi (t/000)	Pro capite (kg)
Germania	2.600	31	Austria	220	25
Italia	2.000	34	Belgio	210	20
Francia	1.850	31	Svezia	150	17
U.K.	1.700	28	Norvegia	110	24
Spagna	1.300	33	Finlandia	90	17
Portogallo	300	30			

Fonte: EPRO Ass. Europea Riciclo Plastici

Imballaggi plastici immessi al consumo e consumi pro-capite in alcuni Paesi europei. Fonte EPRO Ass. europea riciclo plastici

In Italia gli imballaggi plastici sono utilizzati per circa il 54% nel settore alimentare (37% per alimenti, 17% nel mercato delle bevande). Le principali categorie che compongono il settore sono: gli imballaggi flessibili che oggi sono il 52% della produzione totale; gli imballaggi rigidi¹⁷⁴ che rappresentano il 41% e gli accessori plastici per imballaggio (7%).

Il settore degli imballaggi rigidi ha mostrato negli ultimi anni uno sviluppo proporzionalmente inferiore a quello degli imballaggi flessibili attualmente più richiesti sia per ragioni prestazionali che di costo. Gli imballaggi flessibili rappresentano infatti, un'innovazione che ha portato indubbi vantaggi nell'operazione di confezionamento dei prodotti, infatti l'uso degli imballaggi flessibili e semirigidi ha permesso una maggiore automazione nel processo produttivo in quanto questi imballaggi vengono per lo più formati e chiusi da macchine automatiche (form-fill-seal) immediatamente dopo la fase di riempimento.

La figura seguente riferita a tutti i materiali, evidenzia il trend di crescita dell'imballaggio flessibile

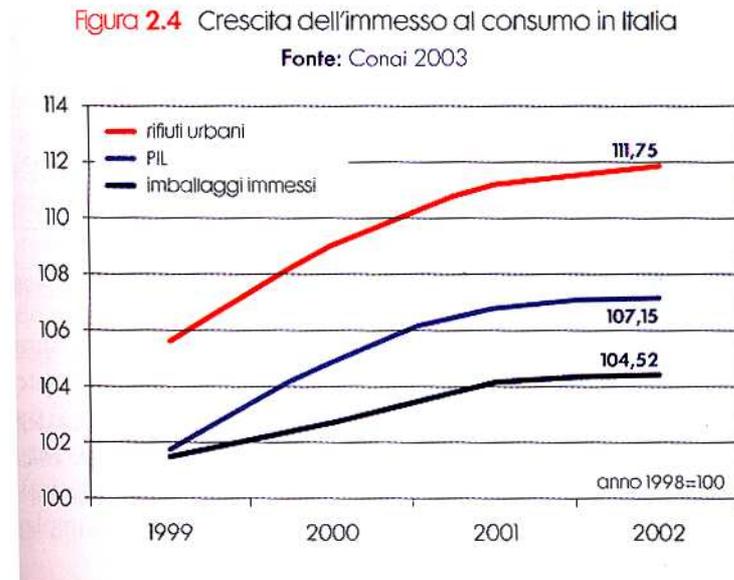
¹⁷⁴ Sono considerati "imballaggi rigidi": bottiglie, flaconi, secchielli, vaschette, bin, blister, alveoli, pallett, chiusure etc.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



Crescita della produzione di imballaggio flessibile

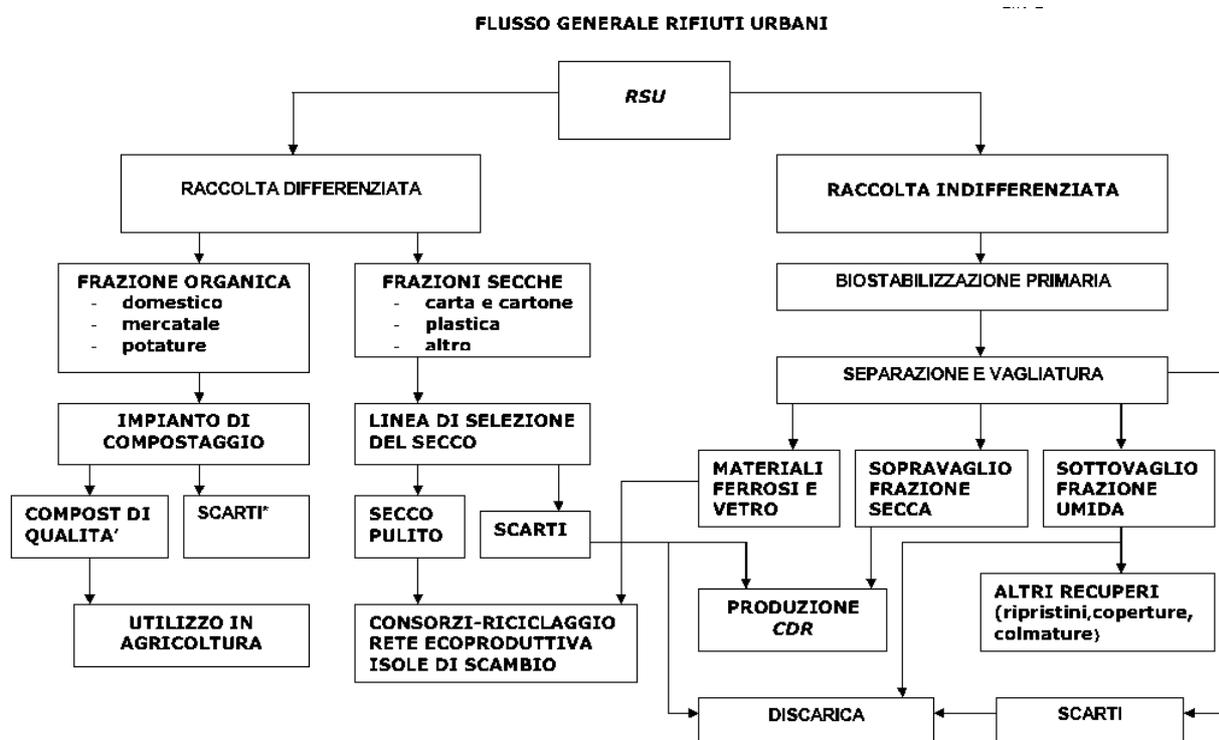


Crescita dell'immesso al consumo in Italia. Fonte CONAI

Nel settore del packaging il trend di crescita dei rifiuti di imballaggio non rispecchia quello della generalità degli altri rifiuti: l'incremento dell'immesso al consumo è basso. I rifiuti di imballaggio sono forse l'unica componente che mostra una effettiva riduzione proporzionale

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



Flusso generale degli RSU

Nazione	Rifiuti urbani	
	anno	tonnellate / anno
Austria	1999	4.437.000
Belgio	1999	5.462.000
Danimarca	1999	3.331.000
Finlandia	1999	2.399.000
Francia	1999	31.789.000
Germania	1998	39.797.000
Gran Bretagna	1999	33.140.000
Grecia	1997	3.901.000
Irlanda	1998	1.931.000
Italia	2002	29.796.000
Lussemburgo	1999	277.000
Olanda	2000	9.692.000
Portogallo	2000	4.529.000
Spagna	1999	24.463.000
Svezia	1998	3.999.000
Totale		198.943.000

Fonte Apat – Osservatorio nazionale sui rifiuti 2003, novembre 2003

Fonte APAT – Osservatorio nazionale sui rifiuti

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Produzione rifiuti urbani (anno 2004)		
Regione	Produzione totale (tonnellate / anno)	Produzione pro capite (kg / anno)
Abruzzo	678.000	522
Basilicata	237.000	398
Calabria	944.000	470
Campania	2.784.000	481
Emilia Romagna	2.729.000	657
Friuli Venezia Giulia	590.000	490
Lazio	3.147.000	597
Liguria	953.000	599
Lombardia	4.791.000	510
Marche	824.000	543
Molise	123.000	382
Piemonte	2.230.000	515
Puglia	1.990.000	489
Sardegna	878.000	532
Sicilia	2.544.000	508
Toscana	2.492.000	693
Trentino Alto Adige	478.000	490
Umbria	477.000	555
Valle d'Aosta	73.000	591
Veneto	2.185.000	465
Totale	31.150.000	

Fonte Apat – Osservatorio nazionale sui rifiuti, dicembre 2005

Produzione rifiuti urbani. Fonte APAT – Osservatorio nazionale sui rifiuti

Produzione rifiuti speciali (anno 2003)		
Regione	Produzione rifiuti speciali (ton / anno)	Produzione rifiuti speciali pericolosi (ton / anno)
Abruzzo	756.208	56.133
Basilicata	323.835	23.561
Calabria	399.726	48.305
Campania	1.693.650	146.364
Emilia Romagna	6.373.656	583.954
Friuli Venezia Giulia	1.983.500	104.696
Lazio	1.519.102	184.272
Liguria	1.194.018	413.833
Lombardia	10.145.134	1.645.875
Marche	1.438.967	88.536
Molise	220.421	38.036
Piemonte	4.020.824	533.662
Puglia	4.092.174	172.520
Sardegna	2.605.667	90.085
Sicilia	1.040.327	234.334
Toscana	4.759.254	277.117
Trentino Alto Adige	978.200	71.945
Umbria	1.008.488	32.629
Valle d'Aosta	102.417	9.453
Veneto	7.710.563	663.840
Totale	52.366.131	5.419.150

Fonte Apat – Osservatorio nazionale sui rifiuti, dicembre 2005

Produzione rifiuti speciali. Fonte APAT – Osservatorio nazionale sui rifiuti

Come detto precedentemente, l'imballaggio, però, è destinato a trasformarsi in rifiuto all'atto stesso del consumo della merce ed è proprio il rifiuto disperso, diffuso e pervasivo. Occorre cambiare atteggiamento: se si considera Imballaggio nel suo essere un bene a sé, un prodotto industriale, con un proprio ciclo di vita, anziché un rifiuto, si moltiplica la gamma degli strumenti con i quali diventa possibile migliorarne gli impatti nei confronti dell'ambiente.

L'imballaggio, come ogni altro prodotto industriale, incorpora in sé gli oneri ambientali delle varie fasi di produzione che l'hanno generato. Per ridurre il suo impatto ambientale, quindi, è possibile agire oltre che sui materiali che lo compongono anche sulla qualità dei processi produttivi che hanno scandito il suo ciclo di vita. Se ogni fase del processo migliora le proprie prestazioni ambientali, l'imballaggio a parità di caratteristiche fisiche, risulterà più sostenibile. Questa strategia può essere definita "prevenzione di processo". Abito mentale obsoleto che ritiene che la soluzione vada rintracciata nell'ambito dello smaltimento, cioè affrontando la questione a partire dall'ultimo anello della catena. Da molti anni si discute circa le migliori politiche di prevenzione per ridurre "a monte" la quantità di rifiuti prodotta dal settore degli imballaggi (la cosiddetta "prevenzione quantitativa"). In tempi più recenti è risultato evidente che l'approccio quantitativo non è sufficiente a risolvere il problema. Le aziende per ragioni economiche operano spontaneamente il massimo risparmio possibile rispetto alla quantità fisica di materia utilizzata per fare gli imballaggi, ogni riduzione ulteriore di quantità si scontra con limiti tecnologici e con il flusso delle merci che sono sempre più intrinsecamente legate all'esistenza degli imballaggi. Quindi bisogna operare secondo una concezione più ampia e integrata del problema. Da un lato Misure tecniche e gestionali che rendano più sostenibili tutti i processi produttivi e commerciali legati alla filiera del packaging,

dall'altro è necessario indagare e sfruttare tutte le opportunità che possono trasformare il rifiuto derivato da imballaggio in una risorsa, cioè far sì che gli imballaggi a fine vita anziché produrre nuovi impatti, contribuiscano in generale a ridurre il prelievo di risorse e le emissioni in atmosfera. Occorre affrontare il problema in modo diverso. Se si considera l'imballaggio come un prodotto industriale, un "bene", anziché un potenziale rifiuto, si moltiplica la gamma degli strumenti con i quali diventa possibile migliorarne gli impatti nei confronti dell'ambiente. La prevenzione strettamente "quantitativa", cioè la riduzione fisica dei materiali impiegati per il packaging è una prospettiva

destinata a rallentare e a fermarsi. La variazione degli stili di vita e l'aumento generalizzato dei consumi configurano una tendenza che non è arginabile. Per rendere più sostenibili i processi di produzione, distribuzione e utilizzo degli imballaggi sono stati predisposti una serie di strumenti che responsabilizzano i vari soggetti (produttori di materie prime, produttori di imballaggi, produttori delle merci, i distributori, i commercianti, i consumatori e la pubblica amministrazione). Mix di strumenti diversi dagli orientamenti normativi ai vincoli economici, agli "strumenti volontari" raccomandati dalla Commissione europea (Sistema di Gestione Ambientale, ISO, EMAS etc.). Un ruolo fondamentale è affidato alla innovazione tecnologica nei processi produttivi e ai meccanismi di mercato. Gli obiettivi prioritari di questi strumenti: 1. una nuova concezione dell'imballaggio inteso come bene, prodotto a sé stante di cui debbano essere valutati il ciclo di vita e gli effetti ambientali diretti e indiretti 2. nuove metodologie di progettazione che prevedano anche l'ottimizzazione dell'utilizzo, delle raccolte dei rifiuti prodotti, del recupero, riuso, riciclo 3. nuove modalità di trasporto e distribuzione 4. qualità e certificazione di tutti i processi implicati per migliorarne l'efficienza attraverso l'uso degli strumenti validati a livello internazionale (ISO, EMAS etc.). L'idea chiave è che per affrontare adeguatamente la complessità dei meccanismi produttivi, economici e di consumo non sono più sufficienti gli obblighi e le sanzioni, occorre mobilitare la responsabilità, la competenza, la creatività di coloro che costituiscono il tessuto delle relazioni economiche e sociali che determina l'equilibrio ambientale, quindi passare dalla regola vincolante all'orientamento strategico dall'attenzione sul singolo fenomeno all'attenzione sui processi e sui sistemi, coinvolgendo le imprese, gli enti pubblici e i cittadini. Nel caso del packaging le fasi di prelievo delle materie prime, di produzione, di riempimento, di distribuzione e consumo migliorano ciascuna le proprie prestazioni ambientali, l'imballaggio risulterà più sostenibile, ogni intervento sulla qualità dei processi implicati potrà essere annoverato a pieno titolo tra le attività di prevenzione. Per poter utilizzare il rifiuto di imballaggio come risorsa occorre innanzitutto impostare nel modo più efficiente tutte le operazioni di gestione preliminare: la raccolta differenziata dei materiali, il recupero di materia e il riciclo, il recupero energetico degli altri residui per ridurre al minimo la quota residuale destinata allo smaltimento.

2.3 La plastica: produzione, raccolta e riciclo. Dati in Italia, in Europa e nel mondo

Le materie plastiche non sono “un materiale”, ma il risultato di una ricchissima serie di combinazioni e trattamenti in grado di generare una molteplicità di materiali del tutto diversi tra loro. Lunghe catene di polimeri, che la tecnologia attuale consente di montare, smontare e ricomporre a seconda delle necessità: materiali rigidi, morbidi, impermeabili, traspiranti, opachi o trasparenti, a volte “interattivi”, intelligenti oppure biodegradabili. Una materia “inventata” che si evolve giorno dopo giorno secondo prospettive delle quali non riusciamo a tutt’oggi a prevedere il confine.

Nel mondo, nel 2007, la produzione di materie plastiche¹⁷⁵ si è attestata sui 260 milioni di tonnellate, contro 245 milioni di tonnellate del 2006¹⁷⁶, di cui i 27 Paesi dell'Unione Europea, più Norvegia e Svizzera (EU27+NO/CH), ne producono il 25%¹⁷⁷ (per un volume intorno a 65 milioni di tonnellate), ponendosi agli stessi livelli della produzione del nord America (pari al 24%), anche se ormai la principale quota di produzione si concentra nei paesi asiatici (37,5%)¹⁷⁸. L'Asia è diventata il cuore del mercato mondiale della plastica, basti pensare che la domanda interna della Cina di prodotti in plastica¹⁷⁹, fino al 2015, corrisponde a un quarto del consumo mondiale¹⁸⁰.

¹⁷⁵ La produzione di plastica assorbe l' 8% della produzione mondiale di petrolio. Tra il 1989 e il 2006 la produzione mondiale di plastica è cresciuta di 2,5 volte (da 100 milioni a circa 250 milioni di tonnellate).

¹⁷⁶ *Compelling Facts about Plastics 2007* - 18 ° rapporto sulle tendenze della produzione, della domanda e il recupero di materie plastiche elaborato da PlasticsEurope, EuPC, EuPR ed EPRO

¹⁷⁷ Tra i Paesi europei produttori, al primo posto si trova la Germania (7,5% della produzione a livello globale), seguita da Benelux (4,5%), Francia (3%) e Italia (2%). Per tutto il settore delle materie plastiche - produttori, trasformatori e produttori di macchine - il fatturato globale in EU27 + NO / CH 2006 è stato superiore a 300 miliardi di euro, con l'industria che impiega più di 1,6 milioni di persone. *Compelling Facts about Plastics 2007* - PlasticsEurope, EuPC, EuPR ed EPRO

¹⁷⁸ Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, *Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici*, pag. 71

¹⁷⁹ Nel 2005 la Cina ha prodotto 21 milioni di tonnellate di termoplastici e ne ha importate quasi 19 milioni. Nel campo dei macchinari la situazione è analoga: sempre nel 2005, la Cina ha raddoppiato la sua quota di produzione mondiale, se infatti nel 2001 questa era del 6.4%, quattro anni dopo è cresciuta fino al 12,4%. (Fonte: Vdma)

¹⁸⁰ Fonte: China Plastics Processing Industry Association

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Nei 27 Paesi dell'Unione Europea più Norvegia e Svizzera (EU27+NO/CH) sono state trasformate lo scorso anno 52,5 milioni di tonnellate di materie plastiche, con una crescita del 3% rispetto all'anno precedente (51 milioni di tonnellate nel 2006)¹⁸¹, i principali attori si confermano Germania e Italia, che insieme fanno circa il 40% del trasformato europeo.

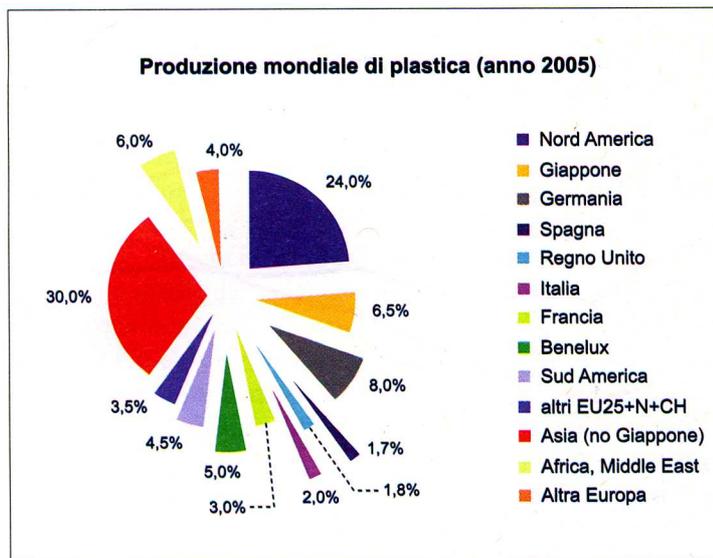


FIGURA 4
 FONTE: PLASTICSEUROPE
 THE COMPELLING FACTS
 ABOUT PLASTICS, 2008.

Produzione mondiale di plastica. Fonte: Plastics Europe - Compelling Facts about Plastics 2008

I trasformatori producono per il 40% beni "short service life" e per il 60% beni di lunga durata. I principali settori di destinazione delle materie plastiche sono l'imballaggio (37% del totale), edilizia e costruzioni (21%), automotive (8%), elettrico/elettronico (6%).

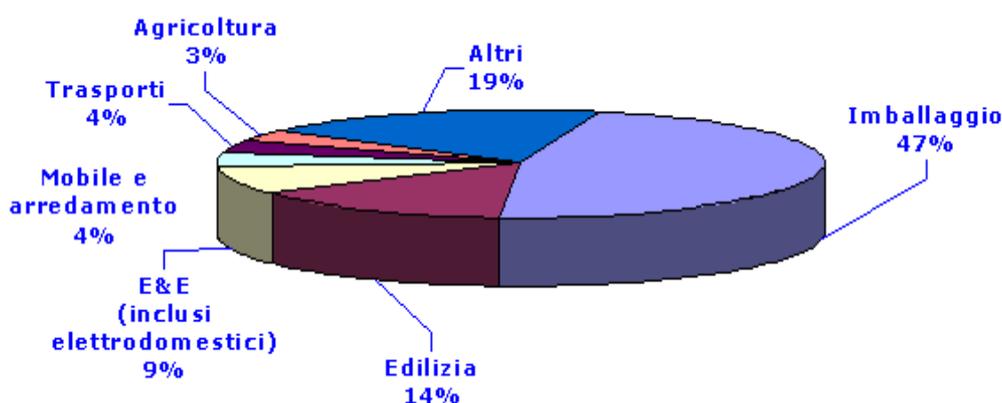
GERMANIA	11.150	BELGIO E LUX.	2.480
ITALIA	7.870	POLONIA	1.890
FRANCIA	5.300	OLANDA	1.850
SPAGNA	4.520	AUSTRIA	880
REGNO UNITO	4.300	SVEZIA	860

TABELLA 7 - FONTE: PLASTICSEUROPE – THE COMPELLING FACTS ABOUT PLASTICS, 2007.

principali trasformatori plastici in Europa. Fonte: Plastics Europe - Compelling Facts about Plastics 2007

¹⁸¹ Quasi il 50% dei polimeri processati sono poliolefine: 18% polipropilene; 17% LDPE e LLDPE; 12% HDPE, seguono PVC (12%), polistirene ed EPS (8%), PET e PUR (ognuno con il 7%).
 Compelling Facts about Plastics 2007- PlasticsEurope, EuPC, EuPR ed EPRO

Per quanto riguarda l' Italia, il nostro Paese non è più tra i grandi produttori di polimeri plastici su scala europea¹⁸², ma resta invece, insieme alla Germania, il principale soggetto nella lavorazione di materie plastiche¹⁸³. Nel 2007, il consumo di materie plastiche in Italia si è attestato sui 7.468.000 Kton, di cui ben il 47% è stato assorbito dal settore dell'imballaggio¹⁸⁴.



Fonte Elaborazioni PlasticsEurope Italia

IL SETTORE DELLA TRASFORMAZIONE DELLE MATERIE PLASTICHE IN ITALIA			
	2004	2005	VAR. 2005/2004
PRODUZIONE (kt)	7.180	7.145	-0,5%
IMPORT (kt)	450	510	+13,0%
EXPORT (kt)	2.150	2.195	+2,0%
CONSUMO APPARENTE	5.480	5.460	-0,4%

TABELLA 9 - FONTE: FEDERAZIONE DELLA GOMMA E DELLA PLASTICA, 2006.

Il settore della trasformazione delle materie plastiche in Italia. Fonte: Federazione della gomma e della plastica.

I consumi finali di materie plastiche riflettono, su scala mondiale, le differenze di reddito pro capite: Nord America ed Europa occidentale

¹⁸² In Italia, tra il 2000 e il 2006, la produzione di materie plastiche è diminuita di circa il 20%.

¹⁸³ La lavorazione di materie plastiche, in Italia, si colloca sopra i 7 milioni di tonnellate, con una forte quota di esportazioni.

¹⁸⁴ Fonte: PlasticsEurope

presentano consumi pro capite intorno ai 100 kg/anno, il Giappone circa 90 kg/anno, i paesi dell' ex Unione Sovietica scendono a circa 25 kg/anno, mentre Asia e America latina rientrano nell' ordine dei 20 kg/anno¹⁸⁵. Il quadro dei consumi è strettamente legato a quello dei rifiuti. Rispetto alla stima del totale dei rifiuti plastici generati nel 2007, a fronte di una generazione di circa 24,6 milioni di tonnellate di rifiuti plastici (23,7 milioni nel 2006), le attività di recupero post-consumo sono cresciute di un punto percentuale, raggiungendo il 50% tra recupero energetico (cresciuto del 3%) e riciclaggio vero e proprio (+11%)¹⁸⁶.

DESTINO DEI RIFIUTI PLASTICI IN EUROPA (MILIONI DI TONNELLATE) ANNO 2006	
RICHIESTA DEI TRASFORMATORI	49,5
RIFIUTI PLASTICI PRODOTTI IN EUROPA	23
SMALTITI IN DISCARICA	11,5
RECUPERO ENERGETICO	7
RICICLATI	4,5
RECUPERO TOTALE	11,5

TABELLA 8 - FONTE: PLASTICSEUROPE – THE COMPELLING FACTS ABOUT PLASTICS, 2007.

Destino dei rifiuti plastici in Europa. Fonte: Plastics Europe - Compelling Facts about Plastics 2007

Il riciclo delle materie plastiche deriva sia da processi di produzione e lavorazione (rifiuti pre-consumo), sia dai materiali a fine vita (riciclo post-consumo). La quota di riciclo pre-consumo è stata, nel settore, tradizionalmente rilevante, ma, soprattutto nel corso dell'ultimo decennio, è cresciuta in maniera significativa la quota di recupero e di riciclo di plastiche post-consumo¹⁸⁷. Le esportazioni di rifiuti plastici post-consumo dei Paesi

¹⁸⁵ Le previsioni indicano un incremento dei consumi, in particolare nei paesi asiatici e nei nuovi stati membri dell'Europa, che attualmente hanno un consumo pro capite di plastica intorno ai 55 kg/anno.

¹⁸⁶ In termini globali, il recupero energetico si situa intorno al 29,2%, per circa 7,2 milioni di tonnellate di rifiuti plastici, mentre quello meccanico e chimico è salito dal 19,5% al 20,4% (5 milioni di ton). In nove Paesi, che rappresentano il 29% della popolazione europea, si è raggiunta una quota di recupero superiore all'80%: questi paesi virtuosi sono Svizzera, Danimarca, Germania, Svezia, Belgio, Austria, Paesi Bassi e Norvegia. D'altro canto, in metà dei Paesi membri dell'Unione europea il recupero non arriva al 30%. Nel complesso, lo scorso anno sono finite in discarica 12,4 milioni di tonnellate di plastiche, volume rimasto immutato rispetto al 2006, nonostante la crescita dei consumi di polimeri. *Compelling Facts about Plastics 2007*- PlasticsEurope, EuPC, EuPR ed EPRO

¹⁸⁷ Continua il disaccoppiamento, nell' Europa dei 27 con Norvegia e Svizzera (EU27 + NO / CH) della crescita della plastica utilizzata e il volume dei rifiuti plastici destinati allo smaltimento

dell'Unione Europea a 27, più Norvegia e Svizzera (EU27+NO/CH) continuano a crescere: nel 2007 hanno toccato le 650mila tonnellate, con una crescita del 3% rispetto all'anno precedente. La quota principale di riciclo e recupero post-consumo è costituita dai materiali di imballaggio¹⁸⁸.

Per quel che concerne il recupero, l'Italia è stata uno dei pionieri nel riciclo meccanico di materie plastiche¹⁸⁹. Tuttavia, a causa del costo delle materie prime e grazie alle normative europee e nazionali, volte a favorire la diffusione di beni realizzati con materia prima seconda, la domanda di plastiche riciclate è aumentata e il mercato si è mosso creando un comparto dedicato, ciò nonostante la concorrenza, presso i trasformatori finali, dei produttori di polimeri vergini e dei produttori di riciclato, secondo alcuni degli attori stessi (Assorimap, 2008), non ha ancora dato vita a un mercato aperto, piuttosto ci si muove all'interno di uno scenario dove il bilanciamento tra l'impiego di materie prime e materie seconde è regolato da fattori extraeconomici (vincoli normativi, responsabilità ambientali). Lo sviluppo del settore ha conosciuto una flessione agli inizi di questo decennio, ma nel 2005-2006 sono ripresi gli investimenti ed è cresciuta anche la capacità di riciclo installata¹⁹⁰. Nell'ultimo decennio (1997-2006) le quantità di materie plastiche avviate a riciclo in Italia sono raddoppiate passando da 684mila a 1 milione e 350.000 tonnellate, secondo i dati di Unionplast¹⁹¹.

continuato: il quantitativo di materie plastiche usate destinate allo smaltimento è rimasto stabile a 12,4 milioni di tonnellate / anno, contro una crescita in uso della plastica del 3%.

¹⁸⁸ Nell'Europa a 15 il riciclo degli imballaggi plastici è passato, tra il 1997 e il 2005, da 1,6 milioni di tonnellate a 3,2 milioni di tonnellate (dal 17% al 27% del consumo di imballaggi).

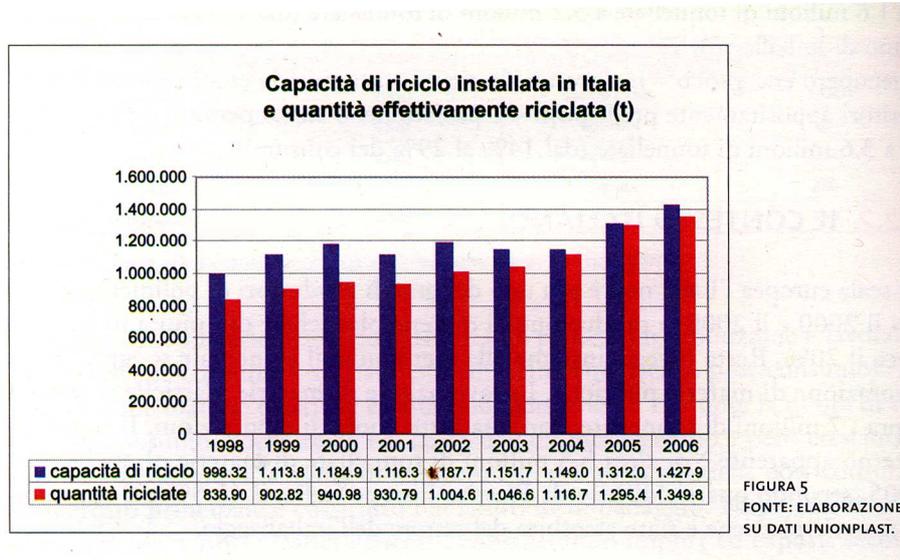
¹⁸⁹ I riciclatori, nel caso della plastica, non coincidono con i produttori, in quanto per le operazioni di riciclo i processi industriali sono particolari e differenti da quelli di produzione.

¹⁹⁰ I riciclatori della plastica hanno organizzato il proprio comparto e investito in capacità produttiva, arrivando oggi ad una capacità di riciclo quasi doppia rispetto ai flussi che sono in grado di acquisire. Per mantenere in funzione gli impianti importano rifiuti di imballaggio dall'estero (Francia, Spagna, Germania, Paesi dell'Est Europa), mentre gran parte degli imballaggi nazionali sono destinati alla termovalorizzazione o alla discarica (entrambi processi estremamente costosi e fortemente impattanti sull'ambiente).

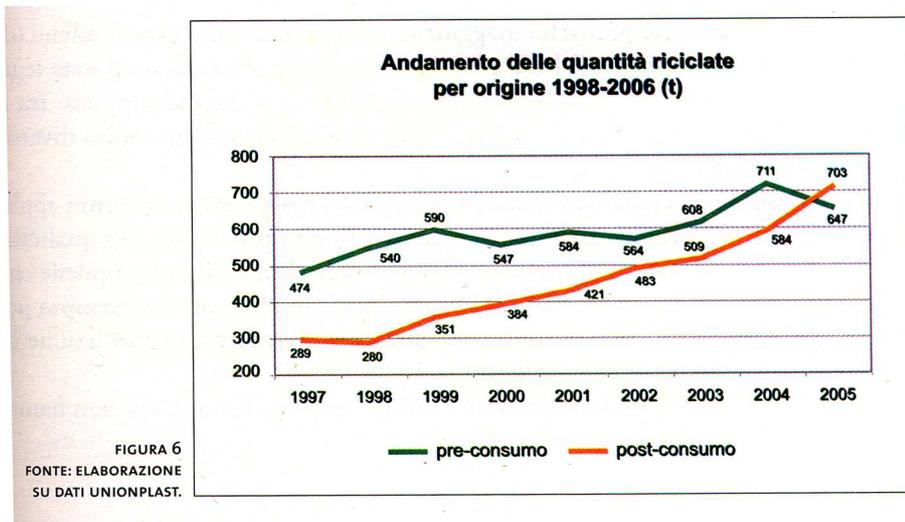
¹⁹¹ Secondo Assorimap le potenzialità di riciclo installate in Italia mostrano una sottoutilizzazione.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



Capacità di riciclo installata in Italia e quantità effettivamente riciclate. Fonte: Dati Unionplast



Andamento delle quantità riciclate. Fonte: Dati Unionplast

I dati sul riciclo di materie plastiche presentano divergenze tra le varie fonti (Assorimap, Unionplast), causate dal fatto che non vengono contabilizzate in maniera omogenea né i ricicli interni né gli scarti di lavorazione del riciclo, comunque è un dato condiviso il fatto che la quantità di riciclo delle materie

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

plastiche post-consumo è cresciuta, in particolare, è triplicata¹⁹². Tra il 2005 e il 2006 si è registrata una diminuzione del trattamento dei rifiuti pre-consumo, determinata sia dalla stagnazione del settore di trasformazione, sia dall'aumento della capacità di auto-riciclo delle aziende che sempre più riescono a riciclare gli sfridi di lavorazione attraverso processi interni di recupero, non conteggiati nei quantitativi riportati.

ORIGINE DEI MATERIALI RICICLATI (ESPRESSI IN TONNELLATE) ANNO 2006								
	SCARTI MATERIE PRIME	SCARTI DI TRASFORMAZIONE	SCARTI INDUSTRIALI	RESIDUI AGRICOLI	RESIDUI DUREVOLI	RESIDUI INDUSTRIALI	RIFIUTI DI IMBALLAGGI	TOTALE
	PRE-CONSUMO			POST-CONSUMO				
%	47%	64%	85%	100%	97%	70%	87%	71%
ITALIA (t)	81.504	286.264	22.103	73.986	36.944	9.770	502.079	958.383
%	53%	36%	15%	0%	3%	30%	13%	29%
ESTERO (t)	91.908	161.023	3.901	0	1.143	4.187	75.023	391.452
TOTALE	173.412	447.287	26.004	73.986	38.087	13.957	577.102	1.349.835

TABELLA 10 - FONTE: UNIONPLAST – BILANCIO ECONOMICO DEL RICICLO E DELLA TRASFORMAZIONE DELLE MATERIE PLASTICHE.

Origine dei materiali riciclati. Fonte Unionplast- Bilancio economico del riciclo e della trasformazione delle materie plastiche

Per quel che concerne l' esportazione, in base alle statistiche ufficiali dell'ISTAT relative al periodo gennaio-ottobre 2008, l'export italiano¹⁹³ di sfridi, scarti ecc. di materie plastiche è aumentato rispetto all'analogo periodo, nel 2007, del 19,9% in valore e del 33,1% in peso. Le importazioni in Italia¹⁹⁴, invece, sono diminuite del 14,4% circa in valore e del 12,4% circa in peso.

Nel settore delle materie plastiche si è registrata una crescita sia della raccolta (+73 % tra il 1998 e il 2006) che della capacità di riciclo (+61%),

¹⁹² Nel 2006 il riciclo dei materiali post-consumo (residui agricoli, beni durevoli e in particolare rifiuti di imballaggio), in crescita costante, ha sopravanzato il riciclo pre-consumo (scarti di materie prime e scarti di trasformazione).

¹⁹³ La graduatoria delle principali destinazioni dell'export italiano è guidata ancora da Cina e Hong Kong, con il 60,3% del totale; al terzo posto la Francia con il 9,3% in valore.

¹⁹⁴ Per quanto concerne le importazioni, al primo posto rimane la Francia con il 40,2% del valore totale, seguita dalla Germania con il 13,6%.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

associata anche ad un incremento in valore assoluto (+35%) delle importazioni.

Le tipologie di materie plastiche maggiormente riciclate sono il polietilene (di vari gradi), il polipropilene, il PET e i PVC. La crescita più marcata è stata registrata in questi anni dal riciclo delle fibre di PET (più che raddoppiato tra il 1998 e il 2006). I mercati di sbocco delle plastiche riciclate sono molto diversificati a seconda dei polimeri. Per alcuni polimeri il riciclo avviene, in gran parte, nelle stesse o in simili applicazioni rispetto all'origine, sia pure, in genere, con un *downgrading* qualitativo¹⁹⁵; in altri casi, ad esempio per il PET, gli impieghi di riciclo sono concentrati in un mercato (produzione di fibre tessili) diverso da quello d'origine, invece le plastiche eterogenee hanno dato vita a diffuse sperimentazioni, ma non hanno conquistato ancora un effettivo mercato.

TIPI E QUANTITATIVI (TONNELLATE) DI MATERIE PLASTICHE RICICLATE (1998-2006)								
ANNI	HDPE	LDPE/LLDPE	PET	PP	PS/EPS	PVC	ALTRI	TOTALE
1998	82.707	242.172	71.086	199.394	24.584	85.158	57.539	762.640
2004	114.055	345.192	153.112	287.151	45.856	101.113	70.269	1.116.748
2005	156.452	387.449	174.718	325.345	48.477	116.465	86.521	1.295.427
2006	178.848	429.636	166.770	321.375	46.931	113.132	93.147	1.349.839

TABELLA 11 - FONTE: UNIONPLAST - BILANCIO ECONOMICO DEL RICICLO E DELLA TRASFORMAZIONE DELLE MATERIE PLASTICHE.

Tipi e quantitativi di materie plastiche riciclate. Fonte Unionplast- Bilancio economico del riciclo e della trasformazione delle materie plastiche

¹⁹⁵ E' il caso, in particolare, di materiali come il polietilene o il polipropilene che hanno una gamma molto diversificata di impieghi.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

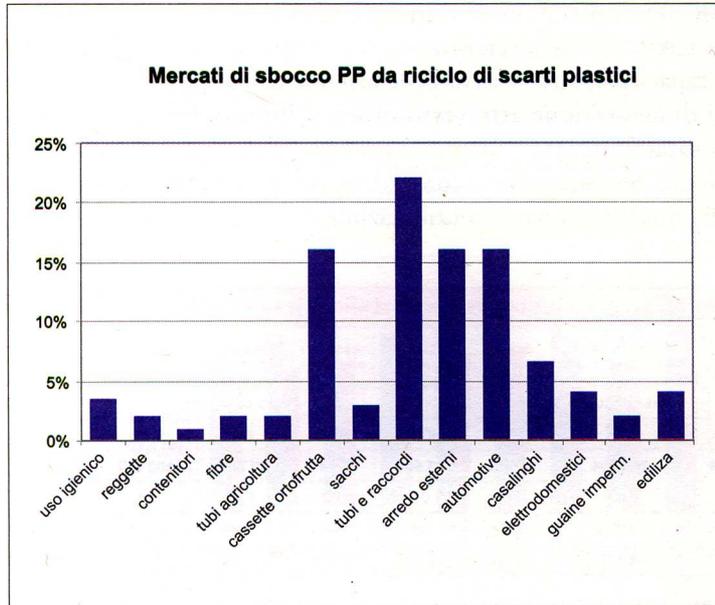


FIGURA 7
 FONTE: UNIONPLAST, 2007.

Mercati di sbocco PP da riciclo di scarti plastici. Fonte Unionplast

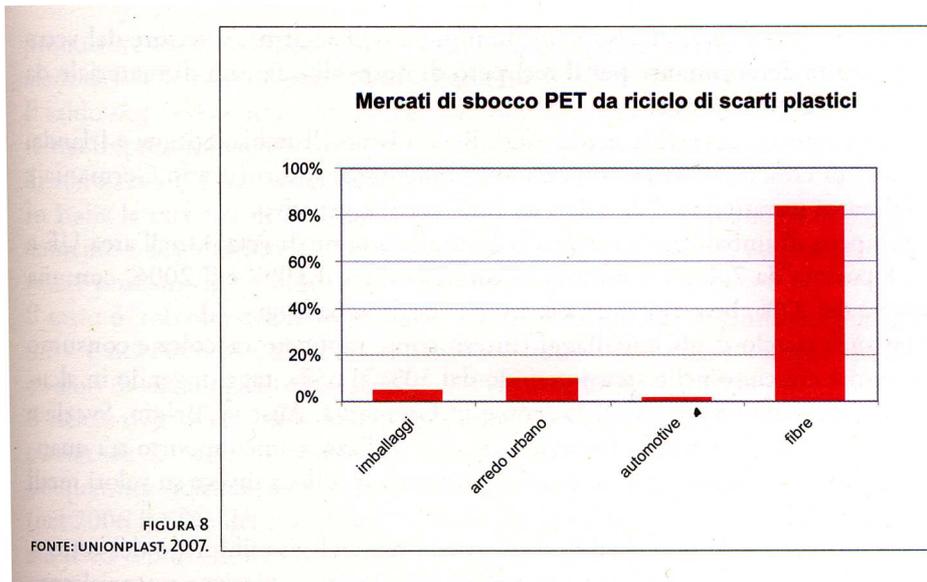
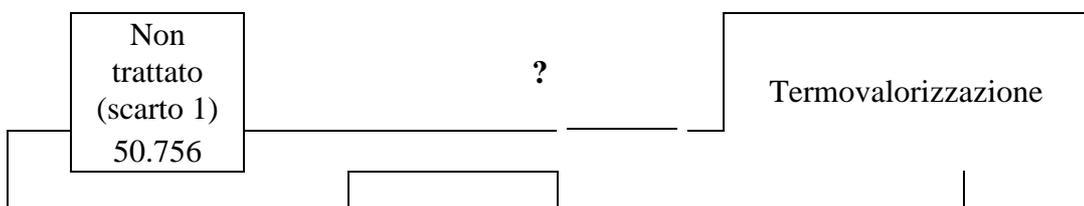


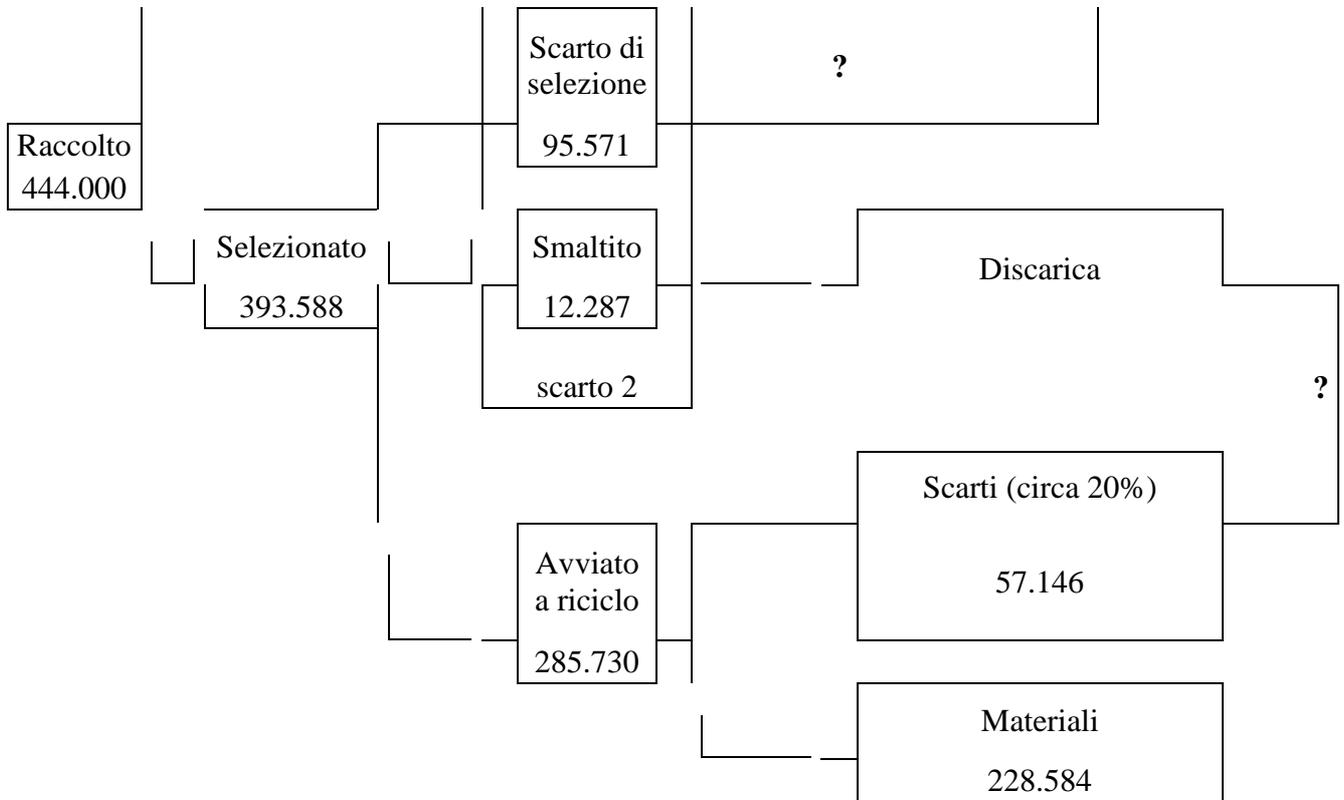
FIGURA 8
 FONTE: UNIONPLAST, 2007.

Mercati di sbocco PET da riciclo di scarti plastici. Fonte Unionplast



ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



Flussi di lavorazione degli imballaggi in plastica (anno 2007, valori in tonnellate). Fonte COREPLA)

I risultati 2008, del sistema di recupero e riciclaggio dei rifiuti da imballaggio, mostrano che la crisi mondiale è evidente anche in questo settore, infatti, la flessione è rappresentata dal dato che riguarda la quantità di imballaggi immessi al consumo (-2,8% per complessive 12.189.000 tonnellate). Però, nonostante la contrazione dei consumi, la quantità di materiali riciclati è cresciuta: in totale sono state riciclate il 59,3% dei rifiuti di imballaggio (in particolare, la filiera della carta ha registrato un alta percentuale di riciclaggio come l'acciaio e il legno). Il maggiore problema resta, però, la plastica che non è riciclata a sufficienza, per questo motivo, il CONAI ha rivisto il Contributo ambientale (CAC) sugli imballaggi in plastica due volte in pochi mesi: da 105 euro/ton a 195 euro/ton che entrerà in vigore a partire dal luglio 2009. (Fonte CONAI)

		2007	2008	2009	2010	2011
A	Materiale raccolto	444.344	528.166	610.490	695.959	779.474
B	Materiale sottoposto a selezione	393.588	528.166	579.813	649.329	727.249

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

C	Frazione di B avviata a riciclo	285.730	302.560	258.017	335.586	406.532
D	Materiale raccolto e non sottoposto a selezione (A - B)	50.756	0	30.677	46.630	52.225
E	Materiale scartato dopo la selezione (B - C)	107.858	225.606	321.796	313.743	320.717
F	Totale scarti (D + E)	158.614	225.606	352.473	360.373	372.942
G	Frazione di F smaltita in discarica	12.287	30.386	28.411	30.147	32.073
H	Frazione di F probabilmente avviata a recupero energetico (F - G)	146.327	195.220	324.062	330.226	340.869

Frazioni raccolte ed esito rispetto al trattamento (valori in tonnellate)¹⁹⁶

Nella tabella che segue sono riportate le quantità che nelle diverse fasi di processamento vengono non ritenute idonee alle attività di riciclo e quindi scartate, da questa risulta evidente come una frazione del materiale raccolto da raccolta differenziata (RD) sia ritenuto immediatamente non trattabile ai fini del riciclo (Riga C) e ciò ovviamente è imputabile al problema della cattiva qualità dei materiali raccolti. Il dato più rilevante è che circa il 50% del materiale raccolto con RD non viene utilizzato a fini di riciclo e viene probabilmente inviato ad incenerimento o a recupero energetico¹⁹⁷.

		2007	2008	2009	2010	2011
A	raccolto	444.344	528.166	610.490	695.959	779.474
B	selezionato	393.588	528.166	579.813	649.329	727.249
C	scarto 1 (A - B)	50.756	0	30.677	46.630	52.225
D	avvio a riciclo	285.730	302.560	258.017	335.586	406.532
E	scarto 2 (B - D)	107.858	225.606	321.796	313.743	320.717

¹⁹⁶ Fonte Ioannilli M., "Economia dei rifiuti; dai rifiuti ai materiali", in *Rifiuti: da problema a risorsa. Note per la fondazione di una prospettiva economica nella gestione dei rifiuti*, Settembre 2009 in atti del Forum internazionale PolieCo "Economia dei rifiuti" – Ischia, 25-26 settembre 2009

¹⁹⁷ Ioannilli M., "Economia dei rifiuti; dai rifiuti ai materiali", in *Rifiuti: da problema a risorsa. Note per la fondazione di una prospettiva economica nella gestione dei rifiuti*, Settembre 2009 in atti del Forum internazionale PolieCo "Economia dei rifiuti" – Ischia, 25-26 settembre 2009

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

F	E/B (%)	27	42,71	55,5	48,32	44,1
---	---------	----	-------	------	-------	------

Imballaggi primari: rapporti tra quantità raccolte e scarti (valori in tonnellate)¹⁹⁸

	A	B	C	D	E	F	G
	raccolta	smaltimento scarti	selezione imballaggi primari	avvio a riciclo imballaggi primari	recupero energetico	selezione S/T	Totale
2007	122.779.000	2.036.000	59.028.000	2.148.000	23.321.000	310.000	209.622.000
2008	140.915.000	4.376.000	73.415.000	740.000	27.771.000	390.000	247.607.000
2009	153.215.000	4.262.000	81.174.000	10.379.000	37.280.000	250.000	286.560.000
2010	162.476.000	4.522.000	90.906.000	9.298.000	41.018.000	250.000	308.470.000
2011	176.448.000	4.811.000	101.815.000	6.509.000	46.152.000	250.000	335.985.000

Ripartizione dei costi per voci di costo (V.A. in €). Fonte COREPLA 2008

2.4 Proprietà e applicazioni del polimero vergine e di quello riciclato

Le plastiche, polimeri sintetici o artificiali, non possono essere considerate in senso stretto un materiale con identità e prestazioni ben definite, la loro varietà e articolazione le propone come un mondo complesso i cui confini sono dinamici e in continua evoluzione. Oggi, grazie alla loro versatilità e al basso costo di produzione, le materie plastiche rappresentano una realtà pervasiva di qualsiasi settore della vita dell'uomo e hanno sostituito in molte applicazioni materiali tradizionali come il legno, il vetro, la ceramica, i metalli, il cuoio, la pelle etc. Le troviamo ovunque nella nostra quotidianità: sacchetti per la spesa, tappi, corde, flaconi, involucri dei PC, nastri adesivi, bottiglie per acqua minerale, vassoi, tubetti, bicchieri, pezzi di automobili, sacchi di raccolta per i rifiuti, vaschette, alveoli, imbottiture per imballaggi etc. Il fattore tecnico alla base del successo dei polimeri è la possibilità di produrre questi materiali con caratteristiche specifiche in funzione dell'impiego finale (esigenze applicative), e quindi la possibilità dei più svariati utilizzi in rapporto alle prestazioni¹⁹⁹. Duttili e malleabili, per cui

¹⁹⁸ Fonte Ioannilli M., "Economia dei rifiuti; dai rifiuti ai materiali", in Rifiuti: da problema a risorsa. Note per la fondazione di una prospettiva economica nella gestione dei rifiuti, Settembre 2009 in atti del Forum internazionale PolieCo "Economia dei rifiuti" – Ischia, 25-26 settembre 2009

¹⁹⁹ Si possono ottenere infiniti tipi di materie plastiche, progettandole a tavolino in base allo specifico impiego che se ne deve fare. Non hanno, quindi, proprietà fisse ma proprietà dipendenti dalla loro composizione: possono essere più o meno leggere, trasparenti, opache, rigide, flessibili, morbide, dure, etc., alcune sono igienicamente sicure (plastiche per alimenti). Tuttavia alcune caratteristiche generali le accomunano tutte. Tra le prestazioni più interessanti va segnalata la leggerezza, l'inerzia chimica,

facilmente lavorabili, le materie plastiche possono essere plasmate, nelle più svariate forme, a bassa temperatura²⁰⁰ (massimo 150 – 200 °C) con conseguente minore impiego di energia rispetto ai metalli, con un costo di produzione molto basso e minore inquinamento da combustione di petrolio²⁰¹.

Il termine polimero²⁰² è una parola che deriva dal greco πολυμερής traducibile in "che ha molte parti", (composta da πολυ: molti e μέρος: unità o parte), usata per designare "una macromolecola²⁰³, ovvero una molecola dall'elevato peso molecolare, costituita da un gran numero di gruppi molecolari (detti monomeri²⁰⁴) uguali o diversi (nei copolimeri), uniti "a catena" mediante la ripetizione dello stesso tipo di legame (covalente)"²⁰⁵.

l'ideoneità al contatto con gli alimenti, la resistenza all'usura e agli agenti atmosferici, la possibilità di colorazione in massa, la plasmabilità, la facilità di lavorazione, la facilità di recupero e quella di utilizzo, l'adattabilità (durezza e/o elasticità), la buona infrangibilità.

²⁰⁰ Bassa fusibilità per le termoidurenti ed elevata fusibilità per le termoplastiche (che inoltre resistono bene agli acidi, ma non ai solventi come ad esempio l' acetone).

²⁰¹ un sacchetto di carta o una bottiglia di vetro si consuma circa tre volte l'energia necessaria per costruirne uno di plastica (la plastica si lavora a circa 200°C, quindi richiede meno energia, quindi si inquina di meno.....), inoltre la plastica, essendo più leggera, richiede meno energia per il trasporto.

²⁰² In chimica, con il termine "polimero" si indicano sostanze, naturali o artificiali, che risultano dall'unione (*polimerizzazione*), spontanea o provocata, di più molecole uguali (*monomeri*) o simili tra loro. A seconda del numero più o meno grande di unità strutturali che entrano nella costituzione della loro molecola, i polimeri si distinguono in *oligomeri* (*dimeri*, *trimeri*, ecc.) e *polimeri* in senso stretto, o *altopolimeri*, costituiti, questi ultimi, da molecole (*macromolecole*) con peso molecolare che può superare il milione, capaci di dare soluzioni colloidali, per cui vengono anche chiamati *polimeri colloidali*. A seconda del modo di polimerizzazione, si hanno i polimeri per *poliaddizione* e quelli per *policondensazione*. Per ottenere polimeri con proprietà tecnologiche particolari, si possono far polimerizzare monomeri di due o più specie diverse, ottenendo così i *copolimeri*. (da <http://www.treccani.it>)

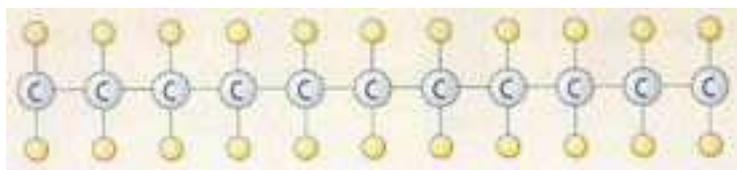
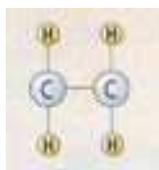
²⁰³ Questa macromolecola viene mescolata con coloranti ed altre sostanze adatte a dare alla plastica le proprietà desiderate, in base ai specifici oggetti che poi si devono costruire (colore, ininfiammabilità, volume, etc.) e viene trasformata in granuli o in polvere.

²⁰⁴ I monomeri (etilene, butadiene, propilene, stirene), molecole molto piccole, sono composti a base di carbonio e idrogeno e si ricavano soprattutto dal petrolio o dal metano.

²⁰⁵ Per definire un polimero bisogna conoscere: la natura dell'unità ripetente; la natura dei gruppi terminali; la presenza di ramificazioni e/o reticolati; gli eventuali difetti nella sequenza strutturale che possono alterare le caratteristiche meccaniche del polimero. Benché a rigore anche le macromolecole tipiche dei sistemi viventi (proteine, acidi nucleici, polisaccaridi) siano polimeri, nel campo della

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



MONOMERO POLIMERO

Le materie plastiche prendono il nome di “plastomeri”²⁰⁶ (polimeri plastici) se prevalgono le caratteristiche di plasticità²⁰⁷, oppure di “elastomeri” se

chimica industriale col termine "polimeri" si intendono comunemente le macromolecole di origine sintetica: materie plastiche, gomme sintetiche e fibre tessili (ad esempio il nylon), ma anche polimeri sintetici biocompatibili largamente usati nelle industrie farmaceutiche, cosmetiche ed alimentari, tra cui i polietilenglicoli (PEG), i poliacrilati ed i poliamminoacidi sintetici. (da <http://it.wikipedia.org/wiki/Polimero>)

²⁰⁶ La nascita dei *plastomeri di sintesi* ha la sua data fondamentale nel 1869, anno in cui venne ottenuta la celluloido per reazione del nitrato di cellulosa con canfora (lo fece un tipografo, John Hyat). Essa fu usata per costruire anche pettini, dentiere, manici di spazzole e tante altre cose, ma diventò importantissima quando nel 1889 la Kodak la adottò per le sue pellicole cinematografiche. La celluloido aveva un difetto, era altamente infiammabile e successivamente fu sostituita da materiali simili ma meno pericolosi (acetato di cellulosa). Successivamente, nel 1907, vennero sintetizzate le resine fenoliche; nel 1909 il chimico belga – americano Leo H. Baekeland da fenolo e formaldeide (ricavati dalla distillazione del carbone) creò la bachelite (prima materia plastica artificiale): un materiale straordinario che riscaldato e sottoposto a pressione assumeva una forma stabile, non più modificabile dal calore. La bachelite dura, resistente ai solventi, facilmente lavorabile, è usata anche oggi in svariati campi (interruttori, prese di corrente, manici di pentole, parti di automobili etc.). Attorno agli anni '20 cominciarono i primi esperimenti sui derivati del petrolio per la produzione di materie plastiche e venne realizzata per la prima volta la formica (dall'inglese: For mica, ovvero isolante in sostituzione della mica) usata a tutt'oggi nell'arredamento; nel 1927 l'aceto di cellulosa e il PVC (Polivinilcloruro) e nel 1933 il PE (polietilene). Nel 1938 l'americano Fallace Carothers inventa il nylon, la prima fibra tessile del tutto sintetica. Negli anni successivi, in una progressione sempre più rapida, vennero sintetizzati tutti gli altri materiali che compongono il nostro scenario attuale. Nel 1954 in Italia, presso il Politecnico di Milano, fu effettuato (e premiato nel 1963 con il Nobel per la chimica al prof. Giulio Natta) lo studio della polimerizzazione stereospecifica del PP (polipropilene) che oggi è largamente impiegato nell'imballaggio come film bi-orientato e per contenitori rigidi ad uso alimentare. Lo sviluppo delle materie plastiche sintetiche, comunemente dette PLASTICA, non si è più arrestato, continua anche ai nostri giorni e continuamente si inventano materiali nuovi. Boccia A., Caglioti L., Chiacchierini E., Ficco P., Liuzzo G., Milella F., Zanuttigh L., *Gli imballaggi in plastica in una prospettiva di sostenibilità*, Corepla, Edizioni Ambiente 2006

²⁰⁷ Si definisce plasticità la possibilità di essere modellati e stampati in maniera diversa per ottenere i più svariati prodotti.

prevalgono le caratteristiche di elasticità²⁰⁸; sono ottimi isolanti elettrici, termici ed acustici; hanno un basso peso specifico (sono più leggere dei metalli); hanno grande durata nel tempo e resistenza agli agenti atmosferici; sono impermeabili a liquidi e gas²⁰⁹; accumulano facilmente cariche elettrostatiche; hanno alte proprietà meccaniche, in particolare buona resistenza agli sforzi e all'urto (per questo hanno sostituito i metalli in tante applicazioni)²¹⁰. Da 1 barile di petrolio²¹¹ (che contiene convenzionalmente 159 litri di greggio, pari a circa 135 Kg) si possono ricavare 70 kg di PET, pari a ben 1.750 bottiglie di plastica da 1,5 litri (ciascuna bottiglia da un litro e mezzo pesa circa 40 grammi) di quelle comunemente usate per acqua minerale e bibite: servono quindi all'incirca 2 kg di petrolio per fare 1 kg di plastica per alimenti (PET)²¹².

²⁰⁸ Se manca regolarità nella disposizione spaziale delle macromolecole, che presentano forme e dimensioni così diverse da impedire qualunque forma di cristallizzazione, allora si dice che si è in presenza di uno *stato amorfo*. Se invece le macromolecole hanno tutte una forma regolare, il plastomero può assumere, allo stato solido, una struttura a elevata cristallinità. Boccia A., Caglioti L., Chiacchierini E., Ficco P., Liuzzo G., Milella F., Zanuttigh L., *Gli imballaggi in plastica in una prospettiva di sostenibilità*, Corepla, Edizioni Ambiente 2006

²⁰⁹ in particolare le termoplastiche resistono bene agli acidi, ma non ai solventi (acetone) e le termoindurenti resistono bene ai solventi ma non agli acidi.

²¹⁰ si riscontra un'elevata tenacità nelle termoplastiche, per questo spesso sostituiscono vetro e ceramica, e discreta durezza nelle termoindurenti.

²¹¹ 1 barile vale 1.650 Kwh - Tenuto conto che un barile nel contiene 159 litri, in termini energetici il suo valore è di circa 1.650 Kwh (chilowattora). Tenuto conto che il consumo medio mensile di una famiglia è di 225 Kwh, un barile di petrolio corrisponde, all'incirca, ai consumi familiari in sette mesi e mezzo. Il consumo di petrolio annuale medio per una famiglia di 4 persone in Italia si aggira intorno a 7.760 litri.

²¹² Da 1 barile si ricavano circa 50 litri di benzina e altrettanti di gasolio. I carburanti da soli rappresentano il 55% del barile di petrolio: il 23% diventa gasolio auto mentre un altro 22% benzina. Segue l'olio combustibile (20%) per utilizzi industriali o per la produzione elettrica. Un altro 10% serve per il gasolio riscaldamento, mentre un altro 7% è destinato alla produzione di kerosene, il cosiddetto jet-fuel per i trasporti aerei commerciali e militari. Un altro 5% viene usato poi per ricavare gpl auto e riscaldamento, mentre una quota uguale (5%) è destinata ai bitumi (il materiale, ad esempio, per realizzare gli asfalti) mentre il 3% del barile serve per i lubrificanti. A completare l'utilizzo c'è poi un'altra quota, intorno al 5%, di uso delle raffinerie, gli impianti cioè di trasformazione dell'oro nero in prodotti lavorati.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

In base al comportamento rispetto al calore le materie plastiche vengono classificate in due segmenti fondamentali: quello delle materie termoindurenti e quello delle termoplastiche.

Elenco delle sigle identificative dei polimeri

Sigla	Nome chimico (monomeri)
Termoindurenti	
EP	Resine epossidiche (bisfenolo+epicloridrina)
MF	Resine melamminiche (melammina+formaldeide)
PF	Resine fenoliche (fenolo+formaldeide)
UP	Poliesteri insaturi (reticolati con stirene)
UR	Resine ureiche (urea+formaldeide)
Termoplastiche	
ABS	Copolimero (acrilonitrile+butadiene+stirene)
ASA	Copolimero (acrilonitrile+stirene+estere acrilico)
EPS	Polistirene espanso (stirene+pentano/eptano)
EVA	Copolimero (etilene+acetato di vinile)
EVOH	Copolimero (etilene+alcol vinilico)
HDPE	Polietilene ad alta densità (etilene)
HIPS	Polistirene o Polistirolo antiurto (stirene-elastomero)
LDPE	Polietilene a bassa densità (etilene)
MBS	Copolimero (metilmetacrilato+butadiene-stirene)
PA6 e PA66	Poliammidi (caprolattame e acido adipico+esametildiammina)
PAN	Poliacrilonitrile (acrilonitrile)
PBT	Polibutilentereftalato (acido tereftalico+butilenglicole)
PC	Policarbonato (bisfenolo+fosgene)
PEN	Polietilennaftenato (acido 2,6 naftenico+etilenglicole)
PET	Polietilentereftalato (acido tereftalico+etilenglicole)
PMMA	Polimetilmetacrilato (metilmetacrilato)
PP	Polipropilene isotattico (propilene)
PPO	Polifenilossido (polietere del 2,6 metilfenolo)
PPS	Polifenilossolfulo (paradiclorobenzene+solfuro di sodio)
PS	Polistirene o Polistirolo (stirene)
PTFE	Politetrafluoroetilene (tetrafluoroetilene)
PUR	Poliuretani rigidi e flessibili (diisocianati+polioli)
PVA	Polivinilacetato (acetato di vinile)
PVC-P	Polivinilcloruro plastificato (cloruro di vinile)
PVC-U	Polivinilcloruro rigido (cloruro di vinile)
PVDC	Polivinilidencloruro (cloruro di vinilidene)
PVDF	Polivinilidenuoruro (fluoruro di vinilidene)
SAN	Copolimero (stirene-acrilonitrile)

Elenco delle sigle identificative dei polimeri

Le resine termoindurenti sono materiali molto rigidi costituiti da polimeri reticolati nei quali il moto delle catene polimeriche è fortemente limitato dall'elevato numero di reticolazioni esistenti²¹³. Durante la fase di

²¹³ Il legame tra le molecole è ramificato e quindi più forte.

trasformazione²¹⁴ subiscono una modificazione chimica irreversibile: una volta che sono state formate in oggetti non possono più essere fuse (in particolare sono caratterizzate da bassa fusibilità) e a seguito dell'applicazione di calore degradano²¹⁵. Inoltre resistono bene ai solventi ma non agli acidi.

Le principali resine termoindurenti sono: epossidiche, melamminiche, fenoliche, poliestere insature, ureiche.

Resine termoindurenti	
EP Resine epossidiche	Si originano per condensazione di bisfenolo ed epiclorigidrina. Sono caratterizzate da eccellente adesività su tutti i materiali, da resistenza al calore e chimica. Inoltre possiedono buone proprietà meccaniche e sono ottimi isolanti elettrici.
	<u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u> Trovano largo impiego nella produzione di vernici, rivestimenti, adesivi, laminati, materiali compositi, isolatori elettronici. Armate con fibre di vetro o con tessuti di fibre di carbonio e Kevlar sono impiegate per la produzione degli impennaggi degli aerei, delle scocche portanti delle vetture di Formula 1, e delle imbarcazioni a vela da regata.

²¹⁴ Le resine di questo tipo sotto l'azione del calore nella fase iniziale fondono (diventano plastiche) e successivamente, sempre per effetto del calore, "polimerizzano" e solidificano. Contrariamente alle resine termoplastiche, non presentano la possibilità di subire numerosi processi di formatura durante il loro utilizzo.

²¹⁵Le resine termoindurenti, con la lavorazione (calore e pressione), subiscono modificazioni permanenti: una volta ottenuto l'oggetto, se si riscalda di nuovo, la plastica termoindurente carbonizza senza bruciare e senza cambiare forma come ad es. il manico di una pentola, un interruttore. Possono essere ulteriormente lavorate soltanto mediante una lavorazione meccanica oppure mediante incollaggio.

<p>MF Resine melamminiche</p>	<p>Risultato della condensazione di melammina e aldeide. Hanno buona ritenenza alle alte temperature e all'umidità e buona resistenza agli acidi. Hanno la peculiarità di avere una buona resistenza meccanica, e di essere molto dure.</p> <hr/> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u> Vengono maggiormente usate per la produzione di laminati, di stoviglie, negli isolanti elettrici, arredamenti, vernici.</p>
<p>PF Resine fenoliche-fenoplasti</p>	<p>Si ottengono dalla condensazione di fenolo e formaldeide. Vengono prodotte in numerosi tipi che si differenziano per la composizione della resina e per la presenza di agenti modificanti e riempitivi. Dalla reazione di policondensazione tra fenolo e formaldeide si possono ottenere 2 diverse resine che prendono il nome di "novalacche" o resine a due stadi e di "resoli" ovvero resine a un solo stadio. Le novalacche si ottengono quando si fanno reagire fenolo e formaldeide in ambiente acido e con un rapporto di aldeide/fenolo inferiore a 1. I resoli derivano dalla reazione in ambiente alcalino di aldeide e fenolo in un rapporto 1,25 : 1, poiché il processo industriale consiste nell'introdurre nel bachelizzatore fenolo, formaldeide e catalizzatore. Le resine fenoliche presentano un'elevata resistenza elettrica, sono resistenti al calore, ai solventi e agenti chimici, agli sforzi. Hanno un basso costo.</p> <hr/> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u> trovano applicazioni nell'industria automobilistica, nelle radiocomunicazioni,</p>

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>vengono usate per la produzione di articoli sanitari, prese di corrente, interruttori, manici di pentole, laminati plastici etc.</p>
<p>UP poliesteri insaturi</p>	<p>Le resine poliestere insature si ottengono per esterificazione di una miscela di alcool polivalente (glicoleileno, ropileno, butileno etc.) con un acido polibasico insaturo (acido fumarico etc.) in presenza di un monomero di reticolazione (stirene, metacrilato di metile, acetato di vinile etc.). In una prima fase il prodotto della reazione è un polimero a struttura lineare con doppi legami; in una seconda fase la resina primaria viene trasformata in termoidurente mediante reticolazione e formazione di un reticolo tridimensionale per aggiunta di un monomero di reticolazione mediante riscaldamento o per aggiunta di un catalizzatore. Sono leggere, facilmente lavorabili e resistenti agli agenti atmosferici.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>Le resine poliestere insature vengono messe in opera mediante diverse tecnologie applicative; attraverso la colata si producono bottoni, fibbie, parti elettriche, mattonelle, lastre in finto marmo. Mediante stampaggio di resina prepolimerizzata con cariche e fibra di vetro si ottengono manufatti per l'industria elettrica, elettronica e chimica. I principali settori di impiego sono quello della nautica, dove le resine poliestere trovano applicazione nella fabbricazione di scafi e di intere imbarcazioni, quello dei trasporti (da parti</p>

	<p>di aerei, di elicotteri, di roulotte), dei grandi contenitori (SILOS e serbatoi) e altre applicazioni che vanno a schermi radar, articoli sportivi, piscine, coperture per tetti etc. Si possono, inoltre, filare per costruire indumenti.</p>
<p>UR Resine ureiche</p>	<p>Sono resine che derivano dalla condensazione di urea e formaldeide. Hanno buone proprietà meccaniche e sono facilmente lavorabili. Non scoloriscono alla luce solare. Sono dure e brillanti e difficilmente infiammabili.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>Sono impiegate per la produzione di pannelli truciolati, spine, prese, materiale elettrico, elettrodomestici, interruttori.</p>

Le resine termoplastiche sono polimeri lineari o ramificati che possono essere fusi fornendo loro un'adeguata quantità di calore e durante la fase di plastificazione non subiscono alcuna variazione a livello chimico. Il processo di fusione/solidificazione²¹⁶ del materiale, infatti, può essere ripetuto senza

²¹⁶ Generalmente, a seguito del raffreddamento del polimero fuso allo stato liquido, i polimeri termoplastici non cristallizzano facilmente, poiché le catene polimeriche sono molto aggrovigliate. Anche quelli che cristallizzano, poiché sono costituiti da catene lineari aventi una struttura molto regolare, non formano mai dei materiali perfettamente cristallini, bensì semicristallini caratterizzati da zone cristalline e zone amorfe. Le regioni cristalline sono caratterizzate dalla loro temperatura di fusione (T_m , melting temperature: temperatura alla quale avviene il passaggio dallo stato solido a quello fluido). Le resine amorfe, e le regioni amorfe delle resine parzialmente cristalline, sono caratterizzate dalla loro temperatura di transizione vetrosa (T_g , glass transition temperature: temperatura alla quale si trasformano dallo stato vetroso, molto rigido, a quello gommoso, molto più morbido): al di sopra di questa temperatura, in opportune condizioni, il polimero cristallizza e si solidifica nuovamente; al di sotto della T_g le catene polimeriche hanno difficoltà a muoversi e hanno posizioni molto bloccate. Sia la temperatura di fusione (T_m) sia quella di transizione vetrosa (T_g)

apportare variazioni notevoli alle prestazioni della resina, cioè questa può essere trasformata (e ritrasformata)²¹⁷ in modi diversi usando varie tecniche (ad es. lo stampaggio a iniezione e l'estrusione)²¹⁸.

Resine termoplastiche (con codice di riciclabilità da 1 a 6)	
PET Polietilen- tereftalato	<p>Trasparente, brillante, ha alta resistenza e capacità di non assorbire l'acqua, impermeabile ai gas, poco costoso, facilmente lavorabile. Il PET è un polimero la cui principale utilità è quella di formare fibre e <u>pellicole</u> (fogli sottili e leggeri). Alla fine del 1946 J.R. Whinfield e J.T. Dickson scoprirono l'importanza del PET come polimero adatto alla produzione di fiocchi e di fibre. La <u>fibra di PET</u> ha un'eccellente resistenza agli agenti chimici ma diventa scadente sotto l'azione dell'acido solforico concentrato, delle soluzioni di soda caustica e delle soluzioni acquose sature di ammoniaca. Questo tipo di fibra, inoltre, presenta un'inerzia all'attacco di batteri sporigeni, funghi, muffe e non è attiva dal punto di vista fisiologico.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>La fibra di PET si può filare per fare indumenti, inoltre, rispetto ad altre fibre di materiale plastico quella di PET è la più inattiva nei confronti del corpo umano: per tale motivo viene comunemente utilizzata per la realizzazione di protesi che possono rimanere nell'organismo umano per lunghi periodi senza modificare le proprie caratteristiche. Negli anni 70 furono avviati gli studi per la formulazione di un</p>

umentano all'aumentare della rigidità delle catene che compongono il materiale e all'aumentare delle forze di interazione intermolecolari.

²¹⁷ Le resine termoplastiche possono essere fuse e rimodellate più volte, con la lavorazione non subiscono modificazioni permanenti: ogni volta che vengono riscaldate, diventano molli per cui è possibile cambiare forma ad un oggetto già costruito.

²¹⁸ Tramite il calore si ottiene la fusione del polimero che, successivamente, a contatto con le pareti dello stampo, solidifica per raffreddamento. Vedi Appendice A.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>polimero PET ad alto peso molecolare per la produzione di bottiglie destinate al confezionamento di bevande gassate (bottiglie bi-orientate destinate al confezionamento di acque minerali, bibite, olio, vino e birra). La E.I. Du Pont de Nemours lanciò sul mercato USA la prima bottiglia bi-orientata di PET per il confezionamento della PEPSI COLA. Fu un successo immediato poichè queste bottiglie hanno la seguente combinazione di caratteristiche: ottima impermeabilità all'anidride carbonica e quindi capacità di conservare la "gassatura" delle bevande; elevata resistenza alla pressione interna e quindi non deformabilità durante la vita di scaffale; infrangibilità a seguito di cadute accidentali; brillantezza e trasparenza. Queste prestazioni sono dovute sia al polimero, che ha un peso molecolare più elevato (macromolecole più lunghe), sia alla tecnologia di trasformazione che si effettua in due operazioni: 1. stampaggio a iniezione della preforma che deve essere perfettamente amorfa; 2. soffiaggio con bi-orientazione effettuato ad una temperatura di poco superiore alla T_g che permette la cristallizzazione parziale del PET conferendo alla bottiglia le prestazioni di resistenza meccanica, infrangibilità e ottima barriera all'anidride carbonica. Le bottiglie in PET sono state immesse sul mercato italiano nel 1980, e oggi il loro consumo corrisponde a circa 390.000 tonni di materiale l'anno. Uno dei leader europei nella produzione di granuli di PET e preforme è il gruppo Mossi&Ghisolfi di Milano. Nel settore dell'imballaggio flessibile il film bi-orientato stabilizzato di PET è largamente impiegato per la produzione di laminati multistrato. Le prestazioni più interessanti di questo film sono: ottima stabilità dimensionale, molto apprezzata per la stampa e la produzione di multistrati; elevata resistenza meccanica; elevata resistenza al calore (+150 °C). Recentemente, si stanno diffondendo sul mercato vaschette termoformate da foglia amorfa non bio-orientata per gastronomia</p>
--	---

	<p>(vaschette per frigo e forno) e per alveoli e piccoli contenitori per ortofrutticoli.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero RICICLATO:</u></p> <p>Il riciclaggio del PET è molto interessante poiché con le scaglie ottenute a elevato grado di purezza si possono produrre ancora bottiglie bio-orientate e foglie termoformabili. L'impiego più importante è però nel settore del tessile, dove il PET riciclato ottenuto da bottiglie bi-orientate permette la produzione di fiocco e monofili aventi ottime prestazioni meccaniche. Con le scaglie colorate si possono ottenere anche fiocchi usati per imbottiture coibenti di giacche a vento. Recentemente, è stato messo a punto anche il riciclaggio chimico per ottenere, partendo dalle scaglie e da altri monomeri, resine poliestere insature adatte alla produzione di imbarcazioni (in questo caso, il polimero è armato con fibra di vetro): attualmente, è allo studio un' imbarcazione da lavoro destinata alla raccolta dei rifiuti galleggianti nei porti industriali. L'iniziativa è in corso di valutazione presso il porto di Livorno.</p>
LDPE e HDPE Polietilene	<p>E' una resina termoplastica ottenuta per polimerizzazione dell'etilene. Il polietilene è distinto in classi in base alla composizione (polimeri etilenici puri o mescole con altre sostanze), alla massa volumica (peso specifico), all'indice di fluidità e alle sue applicazioni. E' un materiale che assolve da solo a tutte le funzioni tipiche del prodotto da imballo. Può essere messo a contatto con qualsiasi superficie e oggetto senza l'uso di altri materiali protettivi. E' atossico e inodore, può essere quindi riutilizzato e riciclato. Le principali varianti sono: LDPE e HDPE. LDPE, Low Density PE (polietilene a bassa densità), è un polimero a bassissima cristallinità poiché le macromolecole sono molto ramificate. E' la plastica più leggera, sensibile al calore ma resiste agli agenti chimici, ha un buon isolamento elettrico. HDPE, High Density PE (polietilene ad alta densità) chimicamente ha la stessa composizione di LDPE, si</p>

	<p>differenza per il fatto che è costituito da catene molecolari “senza ramificazione”, poiché le macromolecole sono lineari (è un polimero a parziale cristallinità), caratteristica che conferisce all’HDPE una più elevata rigidità e resistenza termica (fino a 110 °C).</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>Le principali applicazioni del LPDE sono le pellicole termoretraibili per confezioni di bottiglie e altri prodotti (es. rivestimento di riviste, etc.), film estensibili per il fissaggio dei carichi sulle palette pellicole per alimenti, sacchetti tipo quelli della spesa e sacchi per rifiuti, sacchi per uso industriale, buste per usi diversi, flaconi e bottiglie, teli di vari spessori per uso agricolo (es. film per serre in agricoltura), industriale, e edile (es. film per tamponatura di porte e finestre negli edifici in costruzione). Le principali applicazioni del HDPE, invece, possono essere individuate in contenitori di ogni dimensione, dalle bottiglie e flaconi per alimenti, detersivi, agenti chimici, cosmetici, alle taniche per cherosene e prodotti chimici, fino ai fusti con capacità che raggiunge i 200 litri e anche serbatoi per carburanti. Con l’ HDPE vergine si possono poi produrre buste, sacchetti dei negozi di moda, e per la spesa (fatti con film traslucidi in HDPE vergine lavorati con estrusione/soffiaggio in bolla). Altre applicazione dell’HDPE sono: casse pallett per il trasporto e lo stoccaggio di prodotti diversi, cassette per la raccolta di frutta, palette, cavi isolanti, tubi (per l’acqua e per gas etc.), profilati, giocattoli, casalinghi, tappi, pellicole per impermeabilizzazioni, corde e sacchi, etc.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero RICICLATO:</u></p> <p>L’ LDPE non subisce importanti degradazioni a seguito della prima trasformazione in manufatto. Il recupero dei film fatti con il polimero vergine è particolarmente interessante per la produzione di altri film, per i quali sono richieste prestazioni meccaniche leggermente inferiori. Un’applicazione molto consolidata e diffusa è</p>
--	---

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>quella dei sacchi per la raccolta dei rifiuti solidi urbani, in quanto la norma che definisce le prestazioni di questi sacchi non impone l'uso di materia prima vergine, ma definisce soltanto le prestazioni meccaniche minime, che possono essere garantite dal materiale riciclato scegliendo lo spessore di film più opportuno. Attualmente, si calcola che almeno l'80% della materia prima usata per produrre questi sacchi sia di riciclo. Altre applicazioni interessanti sono: buste per usi diversi e borse per la spesa che non debbano garantire il trasporto di pesi elevati. Oltre ai film, con l' LDPE vergine si producono flaconi e bottiglie per usi diversi: anche in questo caso, con i prodotti riciclati è possibile realizzare ancora flaconi e bottiglie che, generalmente, sono impiegati per prodotti di uso comune quali alcool denaturato, acqua demineralizzata per ferri da stiro e altri prodotti per la casa. L' HPDE è un polimero molto stabile quindi permette un efficiente riciclaggio attraverso il quale si ottengono materiali di buona qualità adatti alla realizzazione di corpi cavi, con la limitazione di una capacità massima di circa 10 litri. Un'applicazione curiosa ma interessante è la produzione di contenitori riempiti di acqua o di sabbia e destinati a essere il basamento degli ombrelloni. Questi oggetti sono generalmente prodotti con l'80% di materiale riciclato. Il polimero riciclato derivante da oggetti, realizzati in HDPE con stampaggio a iniezione, come casalinghi, cassette per la raccolta di frutta, casse pallett, può essere ancora utilizzato per produrre contenitori e oggetti diversi stampati a iniezione, con l'accortezza di valutare con attenzione le prestazioni massime richieste. I film (destinati alla produzione di buste e sacchetti per la spesa) che si ottengono dal polimero vergine, con la tecnologia dell'estrusione/soffiaggio in bolla, sono molto sottili e hanno una ottima resistenza meccanica: una volta riciclati non è più possibile utilizzarli per la produzione di film sottili, ma solo per foglie estruse in</p>
--	---

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>testa piana, destinate a usi diversi. Un'applicazione che è stata messa a punto recentemente e che sta ottenendo un ottimo successo è una foglia coestrusa bicolore destinata alla impermeabilizzazione delle fondamenta degli edifici (utilizza il 100% di materiale riciclato ottenuto da flaconi e contenitori ed è necessario produrla per coestruzione per essere certi di evitare il pericolo di microfori che permetterebbero il passaggio dell'umidità).</p>
<p>PVC Polivinilcloruro oppure cloruro di polivinile</p>	<p>E' una resina termoplastica che si ottiene dalla polimerizzazione del cloruro di vinile. Il polimero vergine è molto versatile: la caratteristica più importante di questo polimero è la possibilità di produrre semilavorati e manufatti sia rigidi e resilienti sia flessibili, questi ultimi con l'aggiunta di plastificanti alto bollenti. E' la plastica più usata. Se brucia è tossica. Per trasformare il PVC in oggetti è necessario additarlo con stabilizzanti e lubrificanti per migliorare la sua resistenza al calore nella fase di fusione e di lavorazione (così da evitarne la decomposizione quando si raggiunge l'intervallo (180-200°C) della temperatura di lavorazione). Il PVC additivato viene definito compound di PVC ed è fornito in granuli o in una miscela preparata a secco generalmente definita con il termine di dry blend. Per produrre semilavorati e oggetti flessibili il compound viene additivato con plastificanti (esteri di diversi acidi aromatici e alifatici aventi ottime caratteristiche di resistenza al calore). Il PVC può essere additivato con cariche minerali inerti (carbonato di calcio, talco, silice micronizzata) per levare le prestazioni di rigidità in caso di compound rigidi non plastificati. Il PVC rigido è identificato con la sigla PVC-U (Unpalstisied), quello plastificato con la sigla PVC – P (plastisied). Il PVC è resistente alla maggior parte dei prodotti chimici, in soluzione acida, alcalina o basica, alle soluzioni saline e ai solventi che possono essere dissolti in acqua. Il PVC ha un'eccellente resistenza agli agenti chimici e alle abrasioni, è</p>

	<p>assolutamente inodore e privo di sapore.</p>
	<p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>Per le sue caratteristiche è quindi un materiale ideale per l'industria alimentare e per le condutture di acqua potabile grazie all'elevato grado di uniformità delle superfici interne che facilita lo scorrimento dei fluidi senza la formazione di depositi. L'accoppiamento di tubi e raccordi in PVC può essere fatto sia per incollaggio, sia per avvitamento dei pezzi filettati (con filettatura gas cilindrica BSP). Nel settore dell'imballaggio è impiegato per la produzione di flaconi e bottiglie per prodotti alimentari nel settore dei prodotti cosmetici e per la cura della persona, realizzati con la tecnologia dell'estrusione-soffiaggio. Nel settore dell'imballaggio si utilizzano anche foglie prodotte per calandratura: un'applicazione di queste foglie plastificate sono le sacche per il prelievo del sangue e la sua separazione nei diversi componenti. Sono molto diffuse le confezioni (blisters) per il confezionamento delle pastiglie farmaceutiche (si ottengono per termoformatura da foglia e la chiusura è realizzata con incollaggio di foglia di alluminio): il pregio di questa confezione è la garanzia di igienicità e assenza di contaminazioni poiché ogni pastiglia ha un imballaggio singolo ed ermetico. Altra applicazione diffusa sono gli alveoli termoformati da foglia metallizzata per il confezionamento di cioccolatini e prodotti di pasticceria. Usato poi per produrre: dischi, tapparelle, carte di credito, bottiglie, cavi elettrici, canotti, spazzole, scope, palloni, soles di scarpe, grondaie, finta pelle (skai), finestre, serramenti esterni, giocattoli, grondaie.</p>
	<p><u>Applicazioni consolidate del polimero RICICLATO:</u></p> <p>Il riciclaggio di PVC pone problemi più importanti rispetto agli altri polimeri poiché, avendo il manufatto già sostenuto uno stress termico dovuto alla prima lavorazione, occorre riformulare la composizione del compound riciclato al fine di garantire le possibilità di</p>

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>lavorazione. Il settore da cui provengono i prodotti da riciclare è l'edilizia, poiché sono molto diffuse le tapparelle e gli infissi. Attualmente, vi è un certo mercato per prodotti di PVC-U realizzati con granuli riciclati (ottenuti con una riformulazione di oggetti post-consumo, generalmente provenienti dal settore dell'edilizia, che vengono macinati e opportunamente additivati) per produrre compounds di PVC-U con i quali vengono realizzati tubi corrugati e tubi per lo scarico di acque. Generalmente si tratta di applicazioni di tubi non in pressione e di altri semilavorati ai quali non sono richieste elevate prestazioni meccaniche. Un'applicazione curiosa, realizzata utilizzando un'alta percentuale di PVC-U riciclato, è quella dei contenitori generalmente di colore rosso trasparente dei lumini per cimiteri. Si usa solo PVC-U poiché ha una limitata combustibilità. E' molto interessante segnalare l'impianto di riciclaggio messo a punto a Ferrara dal gruppo SOLVAY. Si tratta di un riciclaggio per via chimico-fisica. I prodotti da riciclare vengono trattati con una miscela di solventi che dissolvono completamente il PVC. Dalla soluzione ottenuta viene fatto precipitare il PVC e si recupera la miscela di solventi. Il prodotto riciclato che si ottiene è una polvere di PVC molto pura che non ha subito alcuno stress termico e quindi può essere facilmente reimpiegato. Attualmente l'impianto ha un capacità installata di circa 10ml tonn/anno e ricicla cavi elettrici post-consumo. Oltre al riciclo del PVC-P che isola i cavi, si recupera il rame dei cavi stessi. Il nome del processo e della società è VINYLOOP. E' una tecnologia di riciclaggio che parte totalmente da prodotti post-consumo e permette di recuperare anche i cavi di rame e gli isolanti di PE.</p>
<p>PP Polipropilene</p>	<p>Il Polipropilene, inventato da GiulioNatta, è una resina termoplastica cristallina isotattica ottenuta dalla poliaddizione del propilene. Molto resistente e leggero, è resistente al calore ed agli</p>

	<p>agenti chimici, ha un buon isolamento elettrico, è impermeabile all'acqua ma permeabile ai gas. Questo polimero è caratterizzato, per la sua struttura molecolare e cristallina, da una stabilità termica e da una rigidità che sono migliori di quelle del polietilene.</p>
	<p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u> Può essere lavorato per estrusione per produrre film bi-orientati stabilizzati, per stampaggio a iniezione e per estrusione soffiaggio di piccoli flaconi e bottiglie, contenitori adatti, per le caratteristiche del polimero, alla pastorizzazione o alla sterilizzazione. I film bi-orientati stabilizzati hanno ottenuto un grande successo anche nel settore dell'imballaggio flessibile dove è impiegato per confezioni regalo (uova di Pasqua e mazzi di fiori recisi), per il confezionamento alimentare sia con buste da film singolo (crackers, biscotti snack pasta secca etc.), sia da poliaccoppiati per prodotti alimentari facilmente ossidabili (vaschette). Le caratteristiche del PP permettono il suo impiego anche nel campo delle fibre sintetiche (fibre tessili per indumenti). Con la tecnologia dello stampaggio a iniezione si producono casalinghi (è usato anche come parti di elettrodomestici) e cassette monouso per la raccolta e la distribuzione di prodotti ortofrutticoli.</p>
	<p><u>Applicazioni consolidate del polimero RICICLATO:</u> Il PP riciclato ha caratteristiche molto simili al PP vergine ed è utilizzato soprattutto per manufatti stampati a iniezione. Da poco è stato autorizzato l'impiego di polipropilene riciclato per la produzione delle casse destinate al trasporto degli ortofrutticoli, a condizione però che il materiale provenga, a sua volta e in modo certo, dallo stesso tipo di casse utilizzate esclusivamente per ortofrutticoli. In sostanza questo PP riciclato può essere usato a contatto con gli alimenti soltanto per la produzione di cassette per ortofrutta e non per altri prodotti alimentari.</p>
<p>PS - HIPS - EPS</p>	<p>E' una resina termoplastica, estremamente lavorabile,</p>

<p>Polistirene polistirolo</p>	<p>o ottenuta per poliaddizione dello stirene. La caratteristica peculiare della versione compatta (PS e HIPS) è la rigidità, brillantezza e trasparenza, presenta però scarsa resistenza all'urto, che può essere enormemente migliorata con l'aggiunta di gomme (HIPS). Il polistirene espanso (EPS) invece, si ottiene attraverso un processo chimico-fisico che prevede l'aggiunta di gas espandenti quali il pentano e che comporta una modifica sostanziale alle caratteristiche del materiale. Si viene così a formare una resina polistirenica a forma schiumosa, struttura a celle con bassissimo peso, buona conducibilità termica; buona elasticità. Soprattutto presenta un'elevata capacità di assorbimento degli urti.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>Il Polistirene compatto (PS e HIPS) è molto utilizzato nel settore dell'imballaggio sia per la produzione di piccoli contenitori stampati a iniezione che termoformati da foglie. E' usato per mobili di computer, stereo, tostapane, aspirapolvere, televisori etc., giocattoli, cruscotti di automobili, giocattoli, oggetti d'arredamento, etc. Le prestazioni dell' EPS nel settore dell'imballaggio sono legate alle ottime prestazioni di coibenza (confezioni per prodotti surgelati) e alle elevate prestazioni di assorbimento degli urti accidentali (confezioni per prodotti fragili come ceramiche, macchine fotografiche e simili). E' utilizzato in combinazione alle scatole di cartone ondulato per l'imballaggio di trasporto di televisori, computer, elettrodomestici e simili.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero RICICLATO:</u></p> <p>Per quanto riguarda il Polistirene compatto (PS e HIPS) il riciclo di piccoli contenitori è abbastanza diffuso e si producono con le stesse tecnologie, piccoli contenitori, oggetti termoformati e simili. Un'applicazione particolarmente interessante è la produzione di grucce per abiti che vengono realizzate utilizzando compound a base di PS e HIPS riciclati. In questo caso il contenuto di</p>
---------------------------------------	---

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>polimero riciclato nel compound può arrivare al 50%. Attualmente la AIPE (Associazione Italiana Polistirene Espanso) ha messo a punto, in collaborazione con fornitori di impianti e trasformatori, una tecnologia per compattare gli oggetti in EPS e, miscelandoli opportunamente con riciclati a base di HIPS, ottenere un prodotto facilmente trasformabile con le tecnologie di stampaggio a iniezione per realizzare piccoli contenitori, nonché estrusione di foglie per produrre molti manufatti nel settore del florovivaismo (vasi e vasetti per piccole piante e fiori) ad esempio per gerani, insalate, piantine di pomodoro e simili.</p>
--	---

Cod.riciclo	Abbreviazione	Nome del polimero	Usi
1	PETE o PET	<u>Polietilene tereftalato</u> o arnite	Riciclato per la produzione di fibre poliestere, fogli termoformati, cinghie, bottiglie per bevande.
2	HDPE	<u>Polietilene ad alta densità</u>	Riciclato per la produzione di contenitori per liquidi, sacchetti, imballaggi, tubazioni agricole, basamenti a tazza, paracarri, elementi per campi sportivi e finto legno.
3	PVC o V	<u>Cloruro di polivinile</u>	Riciclato per tubazioni, recinzioni, e contenitori non alimentari.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

4	LDPE	<u>Polietilene a bassa densità</u>	Riciclato per sacchetti, contenitori vari, dispensatori, bottiglie di lavaggio, tubi, e materiale plastico di laboratorio.
5	PP	<u>Polipropilene</u> o Moplen	Riciclato per parti nell'industria automobilistica e per la produzione di fibre.
6	PS	<u>Polistirene</u> o Polistirolo	Riciclato per molti usi, accessori da ufficio, vassoi per cucina, giocattoli, videocassette e relativi contenitori, pannelli isolanti in <u>polistirolo espanso</u> (es. <u>Styrofoam</u>).
7	ALTRI	Altre plastiche, tra le quali Polimetilmetacrilato, Policarbonato, Acido polilattico, Nylon e Fibra di vetro.	

Tabella SPI - Society of the Plastics Industry.

Resine termoplastiche (codice di riciclo 7)	
ABS Copolimero (acrilonitrile – butadiene – stirene)	<p>L' ABS, ottenuto per copolimerizzazione di acrilonitrile, butadiene e stirene, è un materiale termoplastico particolarmente resistente agli agenti atmosferici, agli sforzi e alla temperatura, ha un'ottima resistenza all'urto, una buona resistenza ai prodotti chimici, ad oli e grassi, è atossico ed è conforme alle prescrizioni di tossicità della British Plastic Federation, della British Industrial Biological Research, della Association Code of Practice for Food Usage 45/5 e alle normative CEE per i materiali plastici in contatto con fluidi alimentari.</p>
	<p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>L' ABS è usato nelle condutture delle industrie alimentari e di produzione di bevande, nonché negli impianti di scarico e di trattamento delle acque. Grazie alle sue proprietà, viene utilizzato per la produzione di manufatti particolarmente resistenti quali valige, piccoli e grandi elettrodomestici, chassis per apparecchiature elettrico/elettroniche, telefoni, accessori nel settore automobilistico.</p>
ASA Copolimero acrilonitrile – stirene – estere acrilico	<p>Si tratta di un elastomero acrilico disciolto in stirene e acrilonitrile che viene polimerizzato in presenza di perossidi.</p>
	<p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>Esso trova ampio impiego nella produzione di lampade stradali, insegne, targhe, mobili da giardino, parti di biciclette, moto e piccoli elettrodomestici.</p>
EVA Copolimero etilene – vinilacetato	<p>Ottenuto per copolimerizzazione dell'etilene con acetato di vinile, e le caratteristiche variano proprio in funzione del tenore in acetato di vinile.</p>

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p><u>Applicazioni consolidate del polimero</u></p> <p><u>VERGINE:</u></p> <p>Viene impiegato generalmente nella produzione di film coestrusi, in campo elettrico, medicale, nel settore calzaturiero e in quello dei giocattoli.</p>
<p>EVOH Copolimero etlene – vinilalcool</p>	<p>Ottenuto per copolimerizzazione dell'etilene con alcool vinilico. Ha ottime caratteristiche di barriera all'ossigeno, ma è permeabile all'acqua. I copolimeri commercialmente disponibili hanno percentuale di PE dal 25 al 40%. Il valore minimo di PE conferisce al prodotto una elevata barriera all'ossigeno, ma elevata permeabilità all'acqua.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero</u></p> <p><u>VERGINE:</u></p> <p>E' utilizzato per produrre film coestrusi con LDPE che hanno pertanto ottima barriera all'acqua (strato di LDPE) e all'ossigeno (strato di EVOH).</p>
<p>MBS Copolimero Metilmetacrilato - butadiene – stirene</p>	<p>Risultato della polimerizzazione e innesto di metilmetacrilato sul copolimero butadiene – stirene o polibutadiene e stirene in presenza di catalizzatori.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero</u></p> <p><u>VERGINE:</u></p> <p>Trova applicazione nella produzione di giocattoli, parti di frigoriferi, penne, batterie, articoli tecnici e decorativi, articoli sportivi.</p>
<p>PA.6 PA.66 Poliammidi</p>	<p>Sono il risultato della reazione fra diammine e acidi bicarbossilici o fra lattami e amminoacidi, è resistente all'usura e non infiammabile.</p>

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p><u>Applicazioni consolidate del polimero</u> <u>VERGINE:</u> Vengono utilizzati per la produzione di fibre sintetiche (nylon), per masse da stampaggio nell'industria meccanica (ingranaggi, apparecchi radiotelevisivi) e nella produzione di film per l'imballaggio flessibile di prodotti alimentari. Nel settore del confezionamento alimentare sono molto usati i film bi-orientati per le loro prestazioni di ottima barriera ai gas e agli aromi, per l'elevata resistenza al calore (+ 150 °C) che permette processi di sterilizzazione e per la resistenza alla fessurazione, alla piegatura e alla puntura accidentale. Nella maggior parte delle applicazioni nel settore del confezionamento alimentare sono accoppiati alle poliolefine (LDPE e PP) che conferiscono ottime prestazioni di barriera all'acqua e termosaldabilità. In Italia opera CFP di Cesano Maderno uno dei leader europei di produzione di film poliammidici bi-orientati</p>
<p>PBT Polibutilen-tereftalato</p>	<p>Il Polibutilen-tereftalato è il risultato della condensazione dell'acido tereftalico con butilenglicole,</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero</u> <u>VERGINE:</u> Viene utilizzato nelle costruzioni meccaniche ed elettrotecniche, rinforzato con fibre di vetro.</p>
<p>PC Policarbonato</p>	<p>Ottenuto per reazione di bisfenolo e fosgene, fa parte dei cosiddetti tecnopolimeri, materiali molto resistenti, duri, con buona tenacità.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero</u> <u>VERGINE:</u> E' utilizzato per manufatti trasparenti, caschi protettivi, componenti per auto, CD, scudi, vetri antiproiettile. Nel settore del confezionamento alimentare sono molto diffusi bicchieri di frullatori e i "biberon"</p>

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>plurimpiego per neonati poiché sono infrangibili, trasparenti e sterilizzabili.</p>
<p>PIB Poliisobutilene</p>	<p>Il PIB è un polimero saturo termoplastico con eccellenti proprietà dielettriche. E' resistente agli acidi , alle basi ed è insolubile negli alcoli, nei chetoni e negli eteri.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>I tipi oleosi vengono impiegati nel settore degli adesivi, come olio per condensatori e trasformatori e come regolatori della viscosità negli oli per motori. I tipi semisolidi vengono utilizzati come impermeabilizzanti di supporti in tessuto. Le lastre di PIB servono come rivestimenti di serbatoi.</p>
<p>PMMA Polimetilmetacrilato</p>	<p>Plexiglas, Perspex, Vedril. E' il risultato della polimerizzazione dell'acido metacrilico. Trasparente, leggero, resistente.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>viene impiegato nella produzione di lastre trasparenti, lastre per coperture, insegne luminose e per apparecchiature ottiche, serre, catarifrangenti, plafoniere.</p>
<p>PPO Polifenilenoossido</p>	<p>E' un polimero di policondensazione di tipo polietere aromatico del 2,6 metilfenolo. Resiste alla temperatura di esercizio di 175 °C, conservando le proprie caratteristiche meccaniche tra -40 °C + 120 °C</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>E' utilizzato in una serie di settori tecnici dove sono richieste elevate caratteristiche meccaniche a temperatura elevata, come quello elettrico,</p>

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>elettronico, medicale, trasporti, elettrodomestico, e per industria automobilistica</p>
<p>PPS Polifenilensolfuro</p>	<p>Il trattamento del paradichlorobenzene con il solfuro di sodio in presenza di solventi, dà origine al polifenilensolfuro che resiste alla temperatura di 190 °C in continuo, con punte di 230/260 °C e che è caratterizzato da elevate inerzia chimica e rigidità.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>Esso viene utilizzato in numerose applicazioni tecniche in campo elettrico, elettronico, fotografico, aeronautico, meccanico e nella fabbricazione di particolari elettrodomestici.</p>
<p>PTFE Politetrafluoroetilene</p>	<p>Si ottiene per polimerizzazione del tetrafluoroetilene. Ha la caratteristica di avere elevate proprietà autolubrificanti e antiaderenti e di poter essere utilizzato in un'ampia gamma di temperature (da -200 °C a + 300 °C). Viene trasformato per sinterizzazione da polveri.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>E' molto utilizzato per il rivestimento antiaderente di pentole per gli usi in cucina. Altri impieghi sono nel settore delle guarnizioni e di pezzi tecnici.</p>
<p>PU Poliuretani</p>	<p>Questi polimeri derivano dalla reazione tra diisocianati e polioli.</p> <p><u>Applicazioni consolidate del polimero VERGINE:</u></p> <p>Sono maggiormente utilizzati nella fabbricazione di finte pelli, soles e tacchi da scarpe, film per isolamento elettrico, articoli per lo sport, per uso tecnico e nel settore medicale. Esistono poliuretani espansi sia in versione rigida (per coibentazioni edilizie) che flessibile (per imbottiture e</p>

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	riempimenti antiurto)
PVA Polivinilacetati	Ottenuti per polimerizzazione dell'acetato di vinile. <u>Applicazioni consolidate del polimero</u> <u>VERGINE:</u> Sono utilizzati per la produzione di adesivi, idropitture e inchiostri
PVDC Polivinilidencloruro	E' ottenuto per polimerizzazione del cloruro di polivinilidene <u>Applicazioni consolidate del polimero</u> <u>VERGINE:</u> Viene utilizzato prevalentemente sottoforma di soluzione e di emulsione acquosa per il rivestimento barriera a vapore d'acqua, gas e aromi, di film da imballaggio di varia composizione. Con i polimeri si producono film, buste e sacchetti termoretraibili che hanno ottime prestazioni di barriera ai gas, agli aromi, all'acqua. Sono utilizzati per il confezionamento di prosciutti cotti interi, salumi e tranci di salumi e di carni preparate.
PVDF Polivinilidenfloruro	Il PVDF viene realizzato attraverso la polimerizzazione del fluoruro di vinilidene, ha un'elevata inerzia chimica accompagnata da eccellenti doti di rigidità e termo resistenza. <u>Applicazioni consolidate del polimero</u> <u>VERGINE:</u> Per le sue caratteristiche piezoelettriche trova applicazione nell'industria chimica con temperature di esercizio fino a 120 °C nonché nei settori elettrico ed elettronico.
SAN Copolimero stirene-acrilonitrile	Risultato della copolimerizzazione di stirene e acrilonitrile. <u>Applicazioni consolidate del polimero</u> <u>VERGINE:</u> Le potenzialità di applicazione si estendono a

	diversi settori, dai casalinghi all'autotrasporto, dall'imballaggio alle lastre, dai piccoli elettrodomestici alla cosmetica, dagli articoli per cancelleria a quelli per l'elettronica.
--	--

2.5 La normativa di riferimento degli imballaggi e dei riciclati di materie plastiche

Materie plastiche di riciclo Imballaggi di materiale plastico da post-consumo

ISO²¹⁹ 15270:2008	Materie plastiche - Linee guida per il recupero e il riciclaggio dei rifiuti di plastiche Regolamenta il crescente mercato del recupero e del riciclaggio delle materie plastiche, fornendo una guida per lo sviluppo di standard e specifiche riguardanti materie plastiche di recupero dei rifiuti, compreso il riciclaggio. La norma stabilisce le diverse opzioni per il recupero dei rifiuti plastici derivanti da pre-consumo e fonti post-consumo. Essa stabilisce inoltre i requisiti di qualità che devono essere considerati in tutte le fasi del processo di recupero, e fornisce raccomandazioni generali per l'inclusione nelle norme materiali, norme di test e specifiche del prodotto. Di conseguenza, le fasi del processo, i requisiti, le raccomandazioni e la terminologia presentato nella norma sono destinati ad essere di applicabilità generale.
norme UNI²²⁰ 10667	I manufatti polimerici possono essere trasformati da rifiuti in nuovi prodotti grazie al riciclo meccanico, tecnologia regolamentata nel nostro Paese dalla serie di norme UNI 10667 . Poiché ad ogni tipologia di manufatti e semilavorati di materia plastica riciclata corrisponde una tipologia specifica di polimeri riciclati, Le norme UNI 10667 definiscono le caratteristiche che devono avere le materie prime seconde derivate da diversi tipi di imballaggio in funzione dei prodotti realizzabili: UNI 10667-1:1998 + A1:2000 Materie plastiche di riciclo – Generalità; UNI 10667-2:1998 Materie plastiche di

²¹⁹ ISO International Organization for Standardization; Norma Internazionale

²²⁰ UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione; Norma italiana

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>riciclo - PE proveniente da residui industriali e/o da materiali da post- consumo destinato ad impieghi diversi - Requisiti e metodi di prova; UNI 10667-3:1998 Materie plastiche di riciclo - PP proveniente da residui industriali e/o da materiali da post-consumo destinato ad impieghi diversi - Requisiti e metodi di prova; UNI 10667-4:1998 Materie plastiche di riciclo - PVC proveniente da contenitori per liquidi, destinato ad impieghi diversi - Requisiti e metodi di prova; UNI 10667-5:2000 Materie plastiche di riciclo - PVC proveniente da applicazioni plastificate diverse destinato ad impieghi diversi - Requisiti e metodi di prova; UNI 10667-6:1999 Materie plastiche di riciclo - PVC proveniente da serramenti destinato ad impieghi diversi - Requisiti e metodi di prova; UNI 10667-7:1998 + A1:2000 Materie plastiche di riciclo - Polietilentereftalato - PET proveniente da post-consumo destinato alla produzione di fibre - Requisiti e metodi di prova. UNI 10667-8:1998 + A1:2000 Materie plastiche di riciclo - PET proveniente da post-consumo destinato alla produzione di corpi cavi - Requisiti e metodi di prova; UNI 10667-9:1998 + A1:2000 Materie plastiche di riciclo - PET proveniente da post-consumo destinato alla produzione di lastre e foglie - Requisiti e metodi di prova; UNI 10667-10:2000 Materie plastiche di riciclo - PS proveniente da post-consumo destinato ad impieghi diversi - Requisiti e metodi di prova; UNI 10667-11:2000 Materie plastiche di riciclo - PE e copolimeri provenienti da foglie e film per agricoltura destinato ad impieghi diversi - Requisiti e metodi di prova. <i>(Per questa norma è attualmente avviata un'attività di revisione)</i>; UNI 10667-12:2003 Materie plastiche di riciclo - EPS proveniente da post- consumo destinato ad impieghi diversi - Requisiti e metodi di prova; UNI 10667-12:2006 Materie plastiche di riciclo - EPS espanso, proveniente da residui industriali e/o da post-consumo destinato ad impieghi diversi - Parte seconda: Requisiti e metodi di prova; UNI 10667-13:2001 Materie plastiche di riciclo - Cariche ottenute da macinazione di scarti industriali e/o da post consumo di compositi di materiale plastico termoindurente rinforzato provenienti da BMC ed SMC - Requisiti e metodi di prova;</p>
--	---

	<p>UNI 10667-14:2003 Materie plastiche di riciclo - Miscele di materiali polimerici di riciclo e di altri materiali a base cellulosica di riciclo da utilizzarsi come aggregati nelle malte cementizie - Requisiti e metodi di prova. <i>(Per questa norma è attualmente avviata un'attività di revisione)</i>. UNI 10667-15:2008 Materie plastiche di riciclo-Polietilentereftalato (PET) proveniente da post-consumo, scarti industriali e residui da riciclo meccanico, destinato al riciclo chimico per depolimerizzazione - Parte 15: Requisiti e metodi di prova. <i>(Commissione tecnica di UNIPLAST, ente federato all'UNI per l'elaborazione e l'aggiornamento delle norme relative alle materie plastiche da riciclo, http://www.uniplast.info)</i>. E' poi in fase di definizione la bozza finale della possibile futura nuova norma: UNI 10667-16 Materie plastiche di riciclo - Miscele di materie plastiche eterogenee a base di poliolefine provenienti dalla raccolta differenziata di imballaggi in materia plastica post-consumo o da scarti industriali di lavorazione pre-consumo e da scarti industriali in genere da utilizzare per processi di estrusione e/o per stampaggio ad iniezione con opportuni impianti e stampi - Requisiti e metodi di prova. Infine è a livello di proposta una ulteriore nuova norma provvisoriamente intitolabile: "Materie plastiche di riciclo - cariche ottenute da macinazione di scarti industriali e/o da post consumo di laminati termoindurenti - Requisiti e metodi di prova".</p>
UNI EN²²¹ 15342:2008	<p>Materie plastiche - Riciclati di materie plastiche - Caratterizzazione dei riciclati di polistirene (PS). La norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15342 (edizione dicembre 2007). La norma definisce le più importanti caratteristiche dei riciclati di polistirene (PS), e i metodi di prova per controllare una partita di riciclati di PS destinati ad essere utilizzati per la produzione di semilavorati o prodotti finiti. Il suo scopo è quello di aiutare le parti interessate ad utilizzare i riciclati di polistirene ad accordarsi sulle specifiche per applicazioni particolari e per usi generici.</p>

²²¹ EN: Norma europea

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>La presente norma non riguarda la caratterizzazione di rifiuti riciclabili (vedere UNI EN 15347). La presente norma è utilizzabile solo se non contrasta le legislazioni vigenti.</p>
UNI EN 15343:2008	<p>Materie plastiche - Riciclati di materie plastiche - Tracciabilità del riciclaggio delle materie plastiche e valutazione della conformità e del contenuto di prodotti riciclati. La norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15343 (edizione dicembre 2007). La norma definisce le procedure necessarie alla tracciabilità delle materie plastiche riciclate, questo costituisce la base delle procedure di calcolo del contenuto di materiale riciclato di un prodotto. La norma si può utilizzare se non contrasta la legislazione esistente.</p>
UNI EN 15344:2008	<p>Materie plastiche - Riciclati di materie plastiche - Caratterizzazione dei riciclati di polietilene (PE). La norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15344 (edizione dicembre 2007). La norma definisce le più importanti caratteristiche dei riciclati di polietilene (PE) e i metodi di prova per controllare una partita di riciclati di PE destinati ad essere utilizzati per la produzione di semilavorati o prodotti finiti. Il suo scopo è quello di aiutare le parti interessate ad utilizzare i riciclati di polietilene ad accordarsi sulle specifiche per applicazioni particolari e per usi generici. La norma non riguarda la caratterizzazione di rifiuti riciclabili (vedere UNI EN 15347). La norma è utilizzabile solo se non contrasta le legislazioni vigenti.</p>
UNI EN 15345:2008	<p>Materie plastiche - Riciclati di materie plastiche - Caratterizzazione dei riciclati di polipropilene (PP). La norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15345 (edizione dicembre 2007). La norma definisce le più importanti caratteristiche dei riciclati di polipropilene (PP) e i metodi di prova per controllare una partita di riciclati di PP destinati ad essere utilizzati per la produzione di semilavorati o prodotti finiti. Il suo scopo è quello di aiutare le parti interessate ad utilizzare i riciclati di polipropilene, ad accordarsi sulle specifiche per applicazioni particolari e per usi generici. La norma non riguarda la</p>

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>caratterizzazione di rifiuti riciclabili (vedere UNI EN 15347). La presente norma è utilizzabile solo se non contrasta le legislazioni vigenti.</p>
UNI EN 15346:2008	<p>Materie plastiche - Riciclati di materie plastiche - Caratterizzazione dei riciclati di policloruro di vinile (PVC) La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15346 (edizione dicembre 2007). La norma definisce le più importanti caratteristiche dei riciclati di cloruro di polivinile (PVC) e i metodi di prova per controllare una partita di riciclati di PVC destinati ad essere utilizzati per la produzione di semilavorati o prodotti finiti. Il suo scopo è quello di aiutare le parti interessate ad utilizzare i riciclati di cloruro di polivinile, ad accordarsi sulle specifiche per applicazioni particolari e per usi generici. La norma non riguarda la caratterizzazione di rifiuti riciclabili (vedere UNI EN 15347). La norma è utilizzabile solo se non contrasta le legislazioni vigenti.</p>
UNI EN 15347:2008	<p>Materie plastiche - Riciclati di materie plastiche - Caratterizzazione dei rifiuti di materie plastiche La norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15347 (edizione dicembre 2007). La norma fornisce uno schema per la caratterizzazione dei rifiuti di materie plastiche, delineando quelle proprietà per le quali il fornitore del rifiuto deve rendere disponibili informazioni all'acquirente, e identificando i metodi di prova, dove possibile. La norma non riguarda la caratterizzazione dei riciclati di materie plastiche. La norma è utilizzabile solo se non contrasta le legislazioni vigenti.</p>
UNI EN 15348:2008	<p>Materie plastiche - Riciclati di materie plastiche - Caratterizzazione dei riciclati di polietilentereftalato (PET) La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15348 (edizione dicembre 2007). La norma definisce le più importanti caratteristiche dei riciclati di polietilentereftalato (PET) e i metodi di prova per controllare una partita di riciclati di PET destinati ad essere utilizzati per la produzione di semilavorati o prodotti finiti. Il suo scopo è quello di aiutare le parti interessate ad utilizzare i riciclati di</p>

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	<p>polietilentereftalato, ad accordarsi sulle specifiche per applicazioni particolari e per usi generici. La norma non riguarda la caratterizzazione di rifiuti riciclabili (vedere UNI EN 15347). La presente norma è utilizzabile solo se non contrasta le legislazioni vigenti.</p>
UNI 10853	<p>UNI 10853-1:2000 Materie plastiche di riciclo provenienti dal recupero dei beni durevoli a fine vita – Generalità;</p> <p>UNI 10853-2:2000 Materie plastiche di riciclo provenienti dal recupero dei beni durevoli a fine vita - parte seconda: PP - Requisiti e metodi di prova;</p> <p>UNI 10853-3:2006 Materie plastiche di riciclo provenienti dal recupero dei beni durevoli a fine vita - parte terza: PS - Requisiti e metodi di prova;</p> <p>UNI 10853-4:2006 Materie plastiche di riciclo provenienti dal recupero dei beni durevoli a fine vita - parte quarta: ABS - Requisiti e metodi di prova. (<i>Commissione tecnica di UNIPLAST, ente federato all'UNI per l'elaborazione e l'aggiornamento delle norme relative alle materie plastiche da riciclo, http://www.uniplast.info</i>)</p>

Norme tecniche per l'imballaggio	
UNI 11038	<p>UNI 11038-1:2003 Imballaggi di materiale plastico da post-consumo selezionati in frazioni omogenee - Verifica della conformità dei lotti alle specifiche di omogeneità - Contenitori per liquidi di PET;</p> <p>UNI 11038-2:2003 Imballaggi di materiale plastico da post-consumo selezionati in frazioni omogenee - Verifica della conformità dei lotti alle specifiche di omogeneità - Contenitori per liquidi di PE;</p> <p>UNI 11038-3:2003 Imballaggi di materiale plastico da post-consumo selezionati in frazioni omogenee - Verifica della conformità dei lotti alle specifiche di omogeneità - Foglie e film di PE;</p>
UNI EN 13193:2001	Imballaggi - Imballaggio e ambiente – Terminologia. La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

	norma europea EN 13193 (edizione maggio 2000). La norma definisce i termini utilizzati nel campo dell'imballaggio e ambiente.
UNI EN 13427:2005	Imballaggi - Requisiti per l'utilizzo di norme europee nel campo degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese e italiana della norma europea EN 13427 (edizione luglio 2004). La norma specifica i requisiti e un procedimento mediante i quali la persona o l'organizzazione responsabile dell'immissione di imballaggi o di prodotti imballati sul mercato (fornitore) può combinare l'applicazione di cinque norme sugli imballaggi e di un rapporto CEN.
UNI EN 13428:2005	Imballaggi - Requisiti specifici per la fabbricazione e la composizione - Prevenzione per riduzione alla fonte La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese e italiana della norma europea EN 13428 (edizione luglio 2004). La norma specifica un procedimento per la valutazione degli imballaggi per garantire che peso e/o volume assicurino funzionalità, sicurezza e accettabilità del prodotto confezionato.
UNI EN 13429:2005	Imballaggi - Riutilizzo La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese e italiana della norma europea EN 13429 (edizione luglio 2004). La norma specifica i requisiti degli imballaggi da classificare come riutilizzabili e stabilisce i procedimenti per la valutazione della conformità a tali requisiti, compresi i sistemi associati.
UNI EN 13430:2005	Imballaggi - Requisiti per imballaggi recuperabili per riciclo di materiali. La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese e italiana della norma europea EN 13430 (edizione luglio 2004). La norma specifica i requisiti degli imballaggi da classificare come recuperabili sotto forma di riciclo di materiale, sostenendo lo sviluppo continuo sia degli imballaggi sia delle tecnologie di recupero e definisce procedimenti per la valutazione della conformità a tali requisiti.
UNI EN 13431:2005	Imballaggi - Requisiti per imballaggi recuperabili sotto forma di recupero energetico compresa la specifica del

	potere calorico inferiore minimo. La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese e italiana della norma europea EN 13431 (edizione luglio 2004). La norma specifica i requisiti degli imballaggi da classificare come recuperabili sotto forma di energia e stabilisce i procedimenti per la valutazione della conformità a tali requisiti. Lo scopo è limitato a ciò che è controllabile dal fornitore.
UNI EN 13432:2002	Imballaggi - Requisiti per imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione - Schema di prova e criteri di valutazione per l'accettazione finale degli imballaggi.
UNIEN 13437:2003	Imballaggi e materiali di riciclo - Criteri per i metodi di riciclo - Descrizione dei trattamenti di riciclo e diagramma di flusso. La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 13437 (edizione maggio 2003). La norma definisce i criteri per il trattamento di riciclo e descrive i principali trattamenti esistenti per il riciclo di materiale e le loro correlazioni.
UNIEN 13439:2003	Imballaggi - Tasso di recupero sotto forma di energia - Definizione e metodo di calcolo
UNIEN 13440:2003	Imballaggi - Tasso di riciclo - Definizione e metodo di calcolo
UNIEN 14045:2003	Imballaggi - Valutazione della disintegrazione dei materiali di imballaggio nelle prove di utilizzo reale nelle condizioni di compostaggio specificate
UNI EN 14046:2003	Imballaggi - Valutazione della biodegradabilità aerobica ultima dei materiali di imballaggio nelle condizioni controllate di compostaggio - Metodo mediante analisi dell'anidride carbonica rilasciata
UNI EN 14047:2003	Imballaggi - Determinazione della biodegradabilità aerobica ultima dei materiali di imballaggio in un mezzo acquoso - Metodo mediante analisi dell'anidride carbonica liberata
UNI EN 14048:2003	Imballaggi - Determinazione della biodegradabilità aerobica ultima dei materiali di imballaggio in un mezzo acquoso - Metodo mediante misurazione della richiesta di ossigeno in un respirometro chiuso

UNI EN 14806:2005	Imballaggi – Valutazione preliminare della disintegrazione di materiali di imballaggio in condizioni simulate di compostaggio in una prova di scala di laboratorio
UNI EN 15593:2008	Imballaggi - Gestione dell'igiene nella produzione di imballaggi destinati ai prodotti alimentari – Requisiti. La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 15593 (edizione marzo 2008). La norma specifica i requisiti per un sistema di gestione dell'igiene per fabbricanti e fornitori di imballaggi per prodotti alimentari, inclusi immagazzinaggio e trasporto.
CEN²²² TR 13688:2008	Packaging - il riciclaggio dei materiali - Relazione sui requisiti per le sostanze e materiali per evitare un ostacolo sostenuto per il riciclaggio. La relazione tecnica ha lo scopo di aiutare a valutare i requisiti di cui alla norma EN 13430 e descrive sostanze o materiali che causano problemi o inibiscono il processo di riciclaggio, oppure che hanno un' influenza negativa sulla qualità del materiale riciclato, e per i quali si ritiene che, nel prossimo futuro, non saranno sviluppate soluzioni tecnologiche. Rispetto agli esempi descritti va considerato il fatto che le operazioni di riciclaggio possono variare a seconda delle Regioni o degli Stati, che la tecnologia è in continua evoluzione e che l'uso a cui il materiale riciclato è sottoposto dipende dal fatto se tali sostanze e materiali sono ritenute nocive.
CEN TR 13695- 1:2000	
CEN TR 13695- 2:2004	
CEN TR	Imballaggi - Riutilizzo - Metodi per valutare le prestazioni

²²² CEN: European Committee for Standardization; CEN TS: Specifica Tecnica; CEN TR o CR: Technical Reports, Informativa tecnica.

14520:2007	di un sistema di riutilizzo. La relazione tecnica fornisce i metodi di valutazione della prestazione di un sistema di riutilizzo relativi alla percentuale di imballaggi riutilizzati in uso. Questo può essere misurato da: il numero di rotazioni, o - il rapporto di riutilizzo.
CR 1460:1994	Imballaggi. Recupero di energia da imballaggi usati. Energy recovery from used packaging
ISO 16103:2005	
CR 12340:1996	
CR 13910:2000	
CR 14311:2002	

2.6 Il processo di selezione e riciclo degli imballaggi plastici provenienti da raccolta differenziata (RD), il prodotto finale (flakes) e il suo utilizzo

Essendo molto usata per gli imballaggi, la plastica è uno dei principali componenti dei rifiuti solidi, inoltre, dato che non è biodegradabile²²³ e che produce diossina, se bruciata²²⁴, è fondamentale riciclarla quanto più possibile. Ad ogni tipologia di manufatti e semilavorati di materia plastica riciclata corrisponde una tipologia specifica di polimero riciclato²²⁵: quando

²²³ Anche se stanno procedendo gli studi sulla cosiddetta "bioplastica" (un settore in cui l'Italia è all'avanguardia) che risulta essere biodegradabile, e che è prodotta principalmente a partire da materie prime vegetali anziché petrolifere.

²²⁴ La plastica quando brucia, produce energia equivalente alla quantità di petrolio da cui deriva, assieme a rifiuti come legno, carta, tessuti etc., costituisce il cosiddetto RDF (Refuse Derived Fuel, combustibile derivato dai rifiuti) che è utilizzato spesso in forni ad alta combustione, come quelli dei cementifici.

²²⁵ Il codice Unicode contempla l' identificazione numerica delle plastiche riciclabili.

sono raccolte con l'obiettivo del riciclo, le numerosissime materie plastiche presenti sul mercato non possono essere mescolate fra di loro²²⁶, più precisamente quando si effettua la raccolta differenziata dei rifiuti plastici, occorre poi effettuare la separazione per tipo di polimero. Tutte le attività di recupero dei materiali prendono inizio, infatti, proprio con la "raccolta"²²⁷, successivamente avviene la fondamentale fase di "selezione"²²⁸ degli imballaggi in plastica provenienti dalla raccolta urbana (bottiglie, flaconi e altri imballaggi), che permette di eliminare eventuali frazioni estranee (vetro, carta, alluminio) dagli imballaggi in plastica e di suddividere quest'ultimi secondo la tipologia del polimero. Fatta la separazione, gli imballaggi vengono inviati alle linee di riciclaggio, che permettono di ottenere granuli o scaglie utilizzabili, successivamente, sugli impianti di trasformazione delle materie plastiche²²⁹. Poiché le materie prime seconde di plastica derivano da oggetti che hanno già subito una prima trasformazione, le caratteristiche tecniche sono leggermente inferiori a quelle della materia prima vergine (*down grading*): si tratta quindi di valutare, in funzione delle prestazioni finali richieste, le caratteristiche tecniche minime garantite dai diversi prodotti riciclati²³⁰.

²²⁶ Esistono impianti a tecnologia avanzata che permettono ad esempio di separare automaticamente le varie tipologie di plastiche in tempi rapidi e quindi economicamente vantaggiosi, e sono già stati adottati in diversi paesi.

²²⁷ La raccolta può avvenire in tre modalità differenti: a) raccolta differenziata per tipologia di prodotto; b) raccolta multimateriale per due o più tipologie di prodotto; c) raccolta indifferenziata di tutte le frazioni di rifiuti. Sulla base del tipo di raccolta perseguita è già possibile ottenere una buona qualità del prodotto recuperato da avviare al riciclo.

²²⁸ La selezione può essere eseguita meccanicamente o manualmente in base alla tipologia dell'impianto.

²²⁹ Molti tipi di plastica possono essere facilmente riciclati (è il caso del PET su cui è attiva l'organizzazione europea "PetCore"), mentre per altri tipi (specie di bassa qualità e/o termoindurenti) la procedura è più complessa, in quanto il costo di rilavorazione è generalmente superiore al costo di produzione di plastica nuova.

²³⁰ E' importante ricordare che la legge italiana vieta l'impiego di polimeri riciclati nella produzione di manufatti e semilavorati destinati a venire in contatto con i prodotti alimentari e le sostanze di uso personale.

Il riciclo meccanico²³¹, tecnologia regolamentata nel nostro Paese dalla serie di norme UNI 10667, consente di trasformare i manufatti polimerici da rifiuti in nuovi prodotti. Consiste nella "rilavorazione meccanica della plastica dismessa come rifiuto che diventa materia prima seconda per la produzione di nuovi manufatti". Il successo del riciclo meccanico, e di conseguenza la qualità dei prodotti ottenuti, sarà funzione della selezione²³² operata sul prodotto "raccolto" (questo, ovviamente, con particolare riferimento ai prodotti post-consumo²³³) al fine di ottenere frazioni sempre più "pulite" di materiali omogenei. A seconda della tipologia di rifiuto plastico recuperato e avviato al processo di riciclo meccanico, si possono ottenere: a) dai polimeri termoplastici macinati, granuli o scaglie da utilizzare nella produzione di nuovi manufatti; b) dai polimeri termoindurenti macinati, delle frazioni di materiale utilizzabili come cariche inerti nella lavorazione di polimeri termoindurenti/termoplastici vergini, o riempitivi per altri prodotti, dal momento che non possono essere rilavorati essendo infusibili. Di seguito vengono analizzate le varie fasi del riciclo meccanico di un impianto tipo. Nel caso del riciclo omogeneo²³⁴ di polimeri termoplastici, è importante che

²³¹ Attualmente si sta studiando anche un procedimento di "riciclaggio chimico": i polimeri della plastica vengono trattati a 400-600°C e scomposti in monomeri da riutilizzare nuovamente, con questo sistema non è necessario selezionare i vari tipi di plastica, ma si possono trattare plastiche diverse.

²³² Non a caso i continui sforzi dell'industria del settore sono proprio orientati verso il miglioramento delle tecniche di selezione dei materiali di riciclo.

²³³ D'altra parte il riciclo meccanico degli sfridi di lavorazione, ovvero dei termoplastici provenienti dal circuito industriale, è una attività consolidata da tempo.

²³⁴ Il "riciclo eterogeneo" viene effettuato attraverso la lavorazione di un materiale misto contenente PE, PP, PS, PVC (film in PE alta e bassa densità, film in PP, tuniche, vaschette, big bags, barattoli, reggette e retine). In questo materiale eterogeneo può essere presente, anche se in quantità minime, PET (contenitori per liquidi), inerti, altri imballaggi, metalli. In questo processo vi è una prima separazione morfologica, una seconda separazione dimensionale seguita da una terza separazione magnetica per separare eventuali frazioni estranee che potrebbero creare problemi in fase di lavorazione. Queste tre separazioni vengono eseguite in base alla lavorazione e al prodotto che si vuole realizzare. Successivamente il riciclo procede secondo tre fasi: a) triturazione e frantumazione grossolana del materiale b) densificazione c) estrusione. In base alla lavorazione e al prodotto che si vuole ottenere, si potranno eseguire tutte le fasi o solamente in parte: ad esempio si potrà triturare il materiale e successivamente densificarlo oppure, una volta triturato il materiale può essere direttamente estruso. Le difficoltà presenti nel riciclo eterogeneo sono legate alle differenti temperature di lavorazione dei polimeri miscelati. Questo problema esclude la possibilità d'impiego di plastiche così riciclate per la realizzazione di prodotti di forma complessa e che presentano spessori minimi. Il nuovo materiale ottenuto presenta però ottime proprietà meccaniche e buone caratteristiche estetiche

nel polimero da trattare non siano presenti altri polimeri, materiali inerti, cariche o additivi in quantità tale da pregiudicarne la processabilità. Dopo la fase di raccolta e di separazione²³⁵ da altri materiali, la plastica viene accuratamente selezionata per tipologia di polimero e i diversi polimeri vengono avviati alle fasi successive. La prima operazione prevista nel riciclaggio meccanico è la "triturazione"²³⁶, a mezzo di mulini²³⁷, che produce la frantumazione grossolana del materiale, portando lo stesso ad assumere dimensioni di pezzatura omogenea anche se irregolare²³⁸ e a subire una considerevole riduzione del volume iniziale²³⁹. I problemi che si possono trovare in questa fase riguardano essenzialmente l'alimentazione: quando vengono trattati materiali morbidi ed elastici, ad esempio film e teloni, l'alimentazione, e quindi la produttività del trituratore, risulta pressochè costante, diversamente, la triturazione di materiali rigidi, può a volte comportare problemi in fase di alimentazione, in quanto gli uncini del gruppo macinante non riescono ad "agganciare" il manufatto. A seguito della triturazione, nel caso in cui sia necessario separare quelle parti che potrebbero essere dannose alla successiva fase di trasformazione, viene eseguito il "lavaggio"²⁴⁰ del prodotto ottenuto. In base alle caratteristiche del polimero riciclato, e al settore di provenienza, sono stati sviluppati diversi

risultando quindi particolarmente idoneo ad applicazioni nel arredo urbano, pavimentazioni da esterni e manufatti per l'edilizia.

²³⁵ Le metodologie di separazione che si possono effettuare sono diverse: a) separazione magnetica, b) separazione per flottazione, c) separazione per densità, d) galleggiamento, e) separazione per proprietà aerodinamiche, f) setaccio tramite soffio d'aria, g) separazione elettrostatica

²³⁶ Il livello tecnologico raggiunto in questa fase ha permesso di poter disporre sul mercato di una vasta gamma di mulini che consentono di macinare pressochè tutti i tipi di manufatti dal film, alle bottiglie, a pezzi stampati di grosse dimensioni.

²³⁷ Il sistema di caricamento è in genere costituito da un ragno prensile oppure da un nastro trasportatore.

²³⁸ Ai fini della processabilità del materiale trattato è importante garantire un certa omogeneità della pezzatura del prodotto, ciò si traduce in una un facile lavorabilità nella macchine che stanno a valle dell'impianto.

²³⁹ Questo è particolarmente evidente trattando corpi cavi, a profilo sia chiuso che aperto, in cui la riduzione del rapporto del volume è molto elevata, in genere superiore a 1:5.

²⁴⁰ Seconda fase del ciclo

sistemi di lavaggio: il sistema più diffuso è quello che prevede il passaggio del materiale triturato in una vasca nella quale viene mantenuta una corrente d'acqua²⁴¹. Il materiale proveniente dalla precedente fase di triturazione viene convogliato nella vasca di lavaggio e viene trascinato dalla corrente d'acqua verso l'uscita della vasca. Sul fondo vengono raccolti i materiali che hanno una densità maggiore dell'acqua quali ad esempio terra, parti metalliche o altri polimeri. E' chiaro che questo sistema di lavaggio è valido per i polimeri a densità inferiore di 1 g/cc, in prevalenza poliolefine, per gli altri polimeri il lavaggio avviene di solito mediante il passaggio del materiale su un nastro trasportatore e sul quale viene spruzzata acqua, alle volte additivata²⁴², al fine di favorire il lavaggio del materiale. Il prodotto proveniente dall'operazione di lavaggio²⁴³ viene convogliato in un mulino macinatore (fase della "macinazione"²⁴⁴), che ha lo scopo di ridurre ulteriormente la pezzatura del materiale. Il macinato, dopo essere stato sottoposto ad un eventuale lavaggio, viene alimentato ad un sistema di presse a vite o centrifugato per essere separato da tutta l'acqua libera ("essiccamento"). Una volta centrifugato il prodotto contiene solo "adsorbita" alla superficie, pari al 15/20%. L'ulteriore essiccamento del macinato viene effettuato in corrente d'aria calda o gas combustibili, a mezzo di essiccatori verticali a zig-zag o centrifughi per raggiungere un tenue residuo di acqua dell'ordine del 2-3%, compatibile con la lavorazione successiva a mezzo di un estrusore con degasaggio. Il materiale essiccato viene inviato ai silos di stoccaggio che, in genere, sono forniti di agitatori che hanno lo scopo di omogeneizzare il prodotto. A questo punto c'è la "granulazione" (rappresentata dalla parte finale dell'impianto), nel corso della quale si ottiene il granulo, che verrà utilizzato per le successive applicazioni: il

²⁴¹ Per garantire una corretta pulizia del materiale in taluni impianti viene disposta una seconda vasca di lavaggio.

²⁴² Per alcuni prodotti, come ad esempio parti di bottiglia o manufatti stampati, per i quali vengono utilizzate etichette adesive, si ricorre al trattamento del materiale con soluzioni basiche al fine di consentirne la separazione dell'etichetta e della colla. Il materiale con il quale è stata prodotta l'etichetta è spesso incompatibile in fase di trasformazione con il polimero costituente il prodotto.

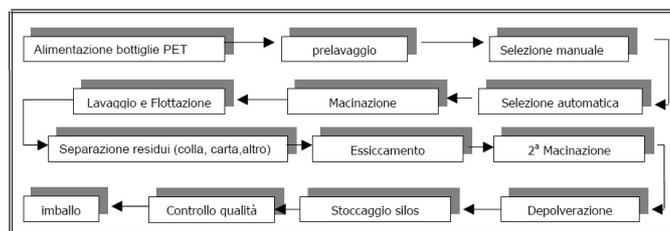
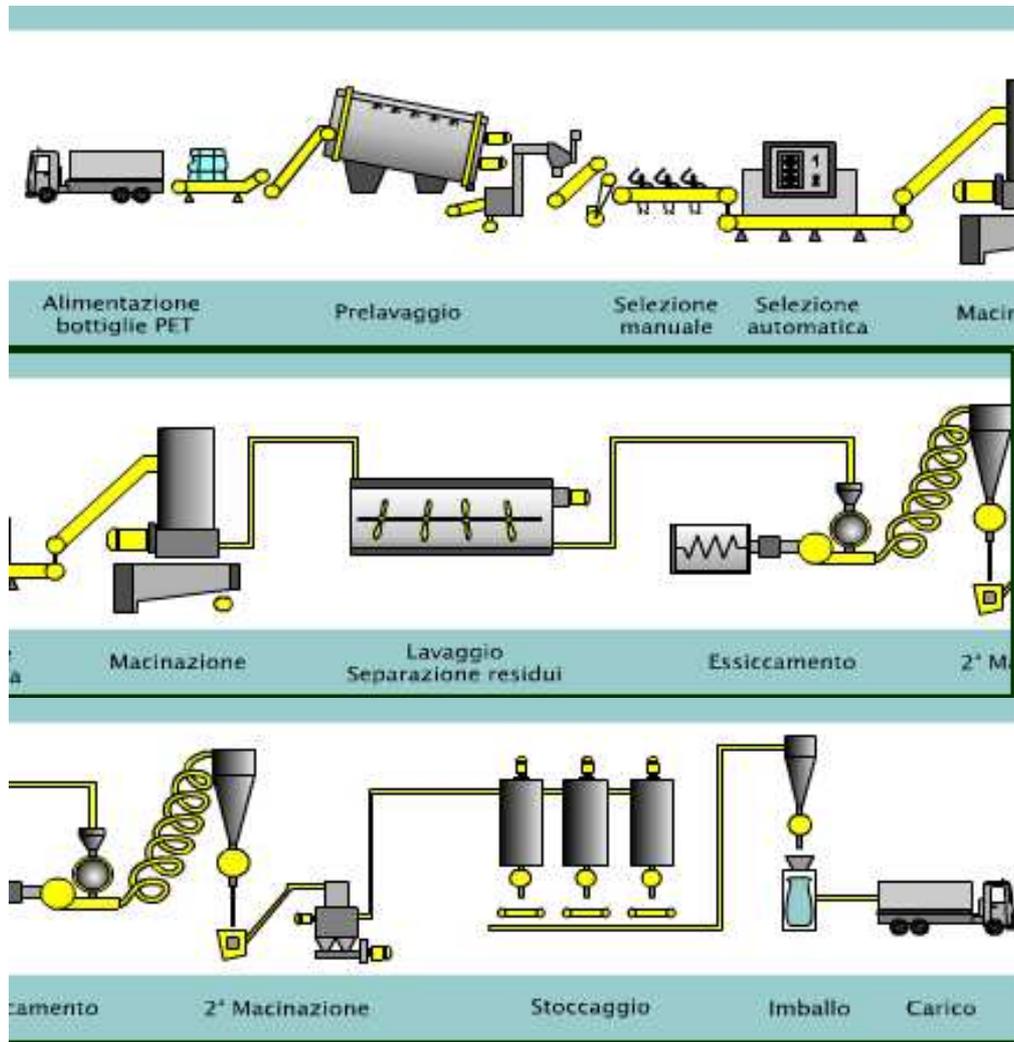
²⁴³ E' importante che il prodotto proveniente dal lavaggio non contenga parti metalliche o altro materiale che possa compromettere l'efficacia del mulino.

²⁴⁴ Questa operazione viene eseguita di solito per i manufatti rigidi (stampati), per i manufatti morbidi quali film e foglie la macinatura avviene dopo l'operazione di essiccamento.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

materiale proveniente dal silos di stoccaggio viene alimentato in un estrusore munito di una piastra forata con fori del diametro finale di 2-4 mm²⁴⁵.



Schema di impianto riciclo meccanico rifiuti

²⁴⁵ Il polimero fuso uscente dalla filiera può essere tagliato a distanza da una taglierina trasversale, dopo raffreddamento degli "spaghetti" (fili estrusi) in vasca ad acqua (taglio a freddo) o da un sistema di coltelli rotanti a contatto della filiera stessa, in ambiente ad acqua nebulizzata (taglio a caldo).

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



Il prodotto finito del ciclo produttivo sopra descritto è chiamato “flakes”, scaglie appunto, che possono essere di tre tipi: a) trasparente/bianco; b) celeste; c) fioreale. Tra le plastiche maggiormente riciclate c'è il PET, da cui, a seguito di un ciclo di produzione del tutto simile a quello sopra descritto, si ricava il PET riciclato²⁴⁶, che si propone come materia prima seconda innovativa, utile per soddisfare le necessità di molti comparti dell'industria. Il PET riciclato ha in campo industriale innumerevoli usi, che vanno dalla produzione di fibra-fiocco per le industrie dei mobili, dell'auto e dell'abbigliamento, fino a quella di prodotti per l'edilizia quali il geotessile. A questo deve aggiungersi che, grazie ad applicazioni innovative, il PET riciclato è utilizzato anche per produrre contenitori tristrato, termoformati, blister, tappeti in poliestere, cinghie industriali etc.. Più in particolare le applicazioni fondamentali delle scaglie (flakes) in PET riciclato sono due: a) il mercato della fibra (tradizionale e principale mercato della fibra poliestere), in questo caso le scaglie sono sottoposte a fusione, poi ad estrusione e da questo processo fuoriescono bave (filo), fiocco di poliestere

²⁴⁶ RiPET in ERREPLAST

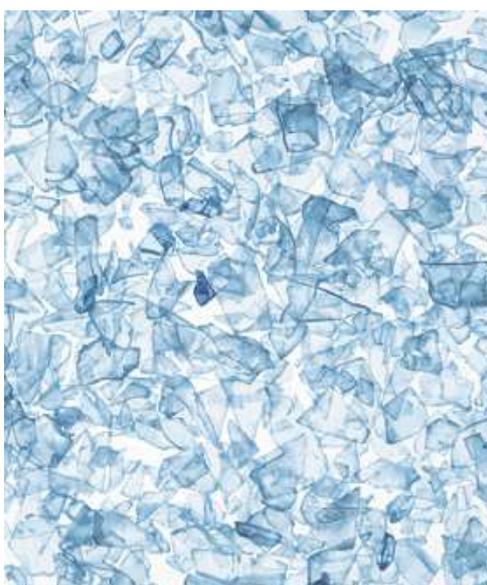
ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

(per imbottiture pail, o tappezzeria delle auto etc.; in edilizia dal fiocco poliestere si ricava geotessile e membrane), filo continuo; b) il mercato della foglia e lastra di poliestere, in questo caso le scaglie sono sottoposte a fusione, poi ad estrusione e da questo processo fuoriesce una foglia o lastra che, destinata per lo più alla termoformatura, trova applicazione nel settore dello stampaggio di elementi di componentistica auto, vaschette, contenitori, etc.



Flakes bianco



Flakes azzurrato

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



Flakes floreal



Esempio di Fiocco



Esempio di LASTRA



Esempio di oggetti fatti con la lastra

2.7 Plastiche miste post-consumo: il prodotto di scarto del processo di selezione degli imballaggi plastici provenienti da raccolta differenziata

Il materiale di scarto del processo di selezione e riciclo meccanico degli imballaggi plastici provenienti da raccolta differenziata (RD) costituisce ciò che viene chiamato “plastiche miste post-consumo” (PLASMIX). Da elaborazioni di analisi merceologiche e chimico-fisiche²⁴⁷, sono stati ricavati valori indicativi sulla composizione merceologica di questo scarto, nonché alcuni suoi parametri chimico-fisici (c.f.r. Tabella). In particolare lo scarto del processo di selezione (“RSAU sottovaglio/fine nastro”²⁴⁸), la cui pezzatura ha dimensioni variabili tra pochi millimetri e le decine di centimetri, risulta essere composto per più della metà (59,1%) da PET, Poliolefine, PS, PVC e altre plastiche fini; mentre per la restante parte da carta, legno, tessuti, metalli, vetro, lattine, etc. (21,74%) e inerti (terra, sassi, etc.) (21,20 %). Analogamente lo scarto del riciclo meccanico degli imballaggi plastici provenienti da raccolta differenziata (RD) (“RSAU da ri-selezione di Mix/et”²⁴⁹) risulta essere costituito per la maggior parte (57,24%) da PET, Poliolefine, PS, PVC e altre plastiche fini e per il 24,96% da carta, legno, tessuti, metalli, vetro, lattine, etc.; mentre si riduce di molto la percentuale di inerti (terra, sassi, etc.) (7,95%).

Tipologia: RSAU sottovaglio/fine nastro

Pezzatura: dimensioni variabili tra pochi millimetri e le decine di centimetri

Tabella 1.1 – composizione merceologica valori indicativi ricavati da elaborazione di analisi merceologiche

Frazione	% sul peso totale
PLASTICHE TOTALI	59,1
di cui:	

²⁴⁷ Fatte eseguire dal COREPLA

²⁴⁸ c.f.r. Riga C in Tab. “Imballaggi primari: rapporti tra quantità raccolte e scarti”

²⁴⁹ c.f.r. Riga E in Tab. “Imballaggi primari: rapporti tra quantità raccolte e scarti”

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

PET	7,86
Poliiolefine	24,68
PS	4,51
PVC	3,03
Altre plastiche fini	19,02
CARTA	8,18
LEGNO	2,78
TESSUTI	3,40
INERTI (terra, sassi, etc.)	21,20
ALTRO NON COMBUSTIBILE (manufatti di Fe, vetro, lattine, etc.)	7,38
Totale	100,00

Tabella 1.2 – parametri chimico-fisici, valori indicativi derivanti da elaborazioni di analisi chimico-fisiche

Descrizione parametro analizzato	Unità di misura	Valore medio
Potere calorifico superiore	kJ/kg	21925
Potere calorifico inferiore	kJ/kg	20035
Pb	mg/kg	54
Cu	mg/kg	63
Mercurio	mg/kg	<0,005
Fluoro	mg/kg	0,01
Cr	mg/kg	12,91
As	mg/kg	4
Mn	mg/kg	42,5
Cd	mg/kg	6,33
Ceneri totali	%	23,76
Ni	%	4,95

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

CI totale	%	1,05
S	%	0,18
Umidità a 105°C	%	10,3
Carbonio totale	%	46,44
Idrogeno totale	%	6,86
Azoto totale	%	1,02

Fonte: COREPLA

Tipologia: RSAU da ri-selezione di Mix/et

Tabella 2.1 – composizione merceologica, valori indicativi ricavati da elaborazione di analisi merceologiche

Frazione	% sul peso totale
PLASTICHE TOTALI	57,24
di cui:	
PET	2,75
Poliiolefine	25,80
PS	7,60
PVC	1,60
Altre plastiche fini	19,49
CARTA	17,57
LEGNO	4,07
TESSUTI	2,58
INERTI (terra, sassi, etc.)	17,95
ALTRO NON COMBUSTIBILE (manufatti di Fe, vetro, lattine, etc.)	0,74
Totale	100,00

Tabella 2.2 – parametri chimico-fisici, valori indicativi derivanti da elaborazioni di analisi chimico-fisiche

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Descrizione parametro analizzato	Unità di misura	Valore medio
Potere calorifico superiore	kJ/kg	24694
Potere calorifico inferiore	kJ/kg	23146
Pb	mg/kg	75
Cu	mg/kg	12
Mercurio	mg/kg	<0,005
Fluoro	mg/kg	0,01
Cr	mg/kg	50,6
As	mg/kg	< 1
Mn	mg/kg	15
Cd	mg/kg	29,6
Ceneri totali	%	10,05
Ni	%	2,4
CI totale	%	3,57
S	%	0,2
Umidità a 105°C	%	4,63
Carbonio totale	%	55,67
Idrogeno totale	%	7,29
Azoto totale	%	0,54

Fonte: COREPLA

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



Immagini del PLASMIX

Dai dati emersi²⁵⁰, per ogni tonnellata di materiale iniziale derivato da RD²⁵¹, si ottiene, dopo il processo di selezione²⁵², un quantitativo di materiale così composto:

- 35% PET - e HDPE (sono i cosiddetti CPL cioè Contenitori per il Liquido)
- 10% Film (imballaggio flessibile, non poliaccoppiato, in gran parte LDPE)
- 5-6 % ferro e acciaio
- 1-2% alluminio
- il resto è scarto ("plastiche miste post-consumo")²⁵³

Come si evince dalla tabella seguente, i rapporti percentuali tra quantità sottoposte a selezione e ulteriori scarti non utilizzabili a fine del riciclo, nell'anno 2009, tocca il 55%

**Imballaggi primari: rapporti tra quantità raccolte e scarti
(valori in tonnellate)**

		2007	2008	2009	2010	2011
A	raccolto	444.344	528.166	610.490	695.959	779.474
B	selezionato	393.588	528.166	579.813	649.329	727.249
C	scarto 1 (A - B)	50.756	0	30.677	46.630	52.225
D	avvio a riciclo	285.730	302.560	258.017	335.586	406.532
E	scarto 2 (B - D)	107.858	225.606	321.796	313.743	320.717

²⁵⁰ Fonte: ERREPLAST

²⁵¹ Ci si riferisce al materiale derivato dallo sfaldamento (che avviene in un cilindro-vaglio con lavaggio ad acqua calda) delle balle, così come comprate all'asta, che contengono i rifiuti raccolti con RD (la campana della plastica).

²⁵² La fase di selezione costituisce l'interfaccia fra la raccolta differenziata ed il riciclo, in cui si eseguono operazioni diverse: oltre alla separazione per polimero/colore/tipologia, svolta per conto di COREPLA, del flusso omogeneo della raccolta differenziata dei rifiuti d'imballaggio in plastica, si estende sempre più l'attività svolta per conto dei Convenzionati di separazione delle diverse frazioni di rifiuto raggruppate in raccolte "multimateriale". La selezione degli imballaggi in plastica provenienti dalla raccolta urbana (bottiglie, flaconi e altri imballaggi in plastica) può essere eseguita meccanicamente o manualmente in base alla tipologia dell'impianto. L'attività di selezione permette, innanzitutto, di suddividere la componente "imballaggi in plastica", conferita, in base alla tipologia del polimero, ottenendo così dei prodotti omogenei a più alto valore aggiunto, inoltre consente anche di eliminare eventuali frazioni estranee presenti per errori di conferimento (vetro, carta, metalli, organico). COREPLA, *Programma Specifico di Prevenzione 2009 – 2011*

²⁵³ C.f.r. tabelle successive sulla composizione merceologica delle plastiche miste post-consumo.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

F	E/B (%)	27,4	42,71	55,5	48,32	44,1
---	---------	------	-------	------	-------	------

Fonte: Elaborazione su dati COREPLA, da: Ioannilli M., *Rifiuti: da problema a risorsa. Note per la fondazione di una prospettiva economica nella gestione dei rifiuti*, Settembre 2009

Questo scarto, ("plastiche miste post-consumo" o PLASMIX), a differenza del PET, HDPE, LDPE ed altre plastiche, non ha un mercato del riciclo e viene inviato a termovalorizzazione²⁵⁴ con un contributo economico²⁵⁵ (cfr tab. "Attività di recupero energetico 2008 – 2011"), oppure può essere tra quei rifiuti che arrivano a discarica²⁵⁶.

**Attività di recupero energetico 2008 - 2011
(valori in kton)**

	2008	2009	2010	2011
Recupero Energetico Anci/Conai	475	580	595	610
Recupero Energetico Corepla	189	238	295	330
Plastiche Miste/Sottoprodotto	188	211	249	276
Materiale proveniente da superfici private	1	1	1	1
Flusso B da raccolta urbana	-	26	45	53

Fonte: COREPLA, *Programma Specifico di Prevenzione 2009 – 2011*

Questa tendenza è confermata anche per il triennio 2009 – 2011, laddove «ci si attende una ripresa abbastanza lenta che porterà benefici solo a lungo termine per cui, ove possibile, alcune frazioni difficilmente valorizzabili

²⁵⁴ "Il recupero energetico rappresenta la modalità di gestione più efficace per recuperare i residui dei processi di selezione degli imballaggi in plastica provenienti dalla raccolta differenziata. Quest'ultimi verranno gestiti secondo le seguenti modalità: a) avvio diretto ad impianti di termovalorizzazione; b) produzione di combustibile alternativo da avviarsi a termovalorizzatore; e) produzione di combustibile alternativo da avviarsi a cementifici; d) produzione di agente riducente da avviarsi ad acciaieria" COREPLA, *Programma Specifico di Prevenzione 2009 – 2011*

²⁵⁵ "I contributi sul riciclo meccanico oltre che sui sottoprodotti, si estendono anche al film, in attesa di una migliore collocazione sul mercato. I costi relativi al recupero energetico passano dai 25 milioni di euro del 2008 ai 34 del 2009 (+35%), a causa di un incremento dei quantitativi smaltiti, dovuto in gran parte alla gestione del flusso di raccolta a prevalenza film d'imballaggio ("Flusso B")." COREPLA, *Programma Specifico di Prevenzione 2009 – 2011*

²⁵⁶ Il costo di smaltimento in discarica è stimato, nel Nord Italia, in 150 € per ogni tonnellata di rifiuto (Massarutto A. *I rifiuti. Come e perché sono diventati un problema*, Il Mulino, 2009)

verranno avviate a riciclo con contributo²⁵⁷». La tabella riportata di seguito illustra l'evoluzione di questi particolari flussi.

Prodotti avviati a riciclo con contributo economico 2008 - 2011

(valori in kton)

	2008	2009	2010	2011
Plastiche miste	7	16	20	18
Film & misto PO/misto PET	-	54	63	75
Flussi specifici di settore	6	4	4	4
TOTALE RICICLO con CONTRIBUTO	13	74	87	97

Fonte: COREPLA, *Programma Specifico di Prevenzione 2009 – 2011*

CAP. 3 L'EDILIZIA: CAMPO DI APPLICAZIONE

3.1 I consumi energetici imputabili all'edilizia e alla residenza: la necessità di un approccio ecosostenibile

In termini di consumo di risorse e produzione di rifiuti, il comparto edilizio rappresenta uno dei settori dell'economia a impatto più elevato. I consumi energetici legati agli edifici in Europa rappresentano il 40% del totale, dopo i trasporti e prima dell'industria²⁵⁸: gli edifici contribuiscono in misura massiccia alle emissioni di gas a effetto serra sia in fase di costruzione, che per il loro uso e mantenimento²⁵⁹. L'Unione Europea ha individuato nell'edilizia il settore dotato del maggiore potenziale di risparmio energetico, con cifre che vanno dal 27 al 30%. Il mercato mondiale delle costruzioni è caratterizzato storicamente da grande vivacità, come dimostra l'attività internazionale dei grandi "contractors": il loro fatturato complessivo, nel 2008, raggiunge i 390,01 miliardi dollari da progetti realizzati fuori dal paese

²⁵⁷ COREPLA, *Programma Specifico di Prevenzione 2009 – 2011*

²⁵⁸ "Energy performance of buildings" 2002/91/CE - Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell'edilizia.

²⁵⁹ In Italia le abitazioni consumano per mq una quantità di energia molto più elevata, in qualche caso pari a 3 volte tanto, rispetto a nazioni con caratteristiche climatiche molto più avverse delle nostre (paesi del Centro e Nord Europa).

d'origine²⁶⁰ (un impressionante 25,7% in più rispetto ai 310,25 miliardi dollari in entrate internazionali ottenuti nel 2007)²⁶¹

A fine 2008 l'industria mondiale delle costruzioni ha però subito una serie di colpi²⁶² e la crisi riguarda soprattutto i paesi dell'area Euro²⁶³, con una tendenza, però, verso una ripresa nel biennio 2009-2010 (+1,6%)²⁶⁴.

²⁶⁰ Ad esempio in Italia, secondo l'OICE, le società di ingegneria italiane hanno visto, nel 2008, il loro fatturato crescere del 43% all'estero e flettere dello 0,3% nei confini nazionali.

²⁶¹ Nella classifica dei primi 225 contractors mondiali redatta dalla rivista americana ENR (Engineering News Records), tra i primi 25 contractors mondiali compaiono ben 12 imprese europee: 2 tedesche (Hochtief AG : 1° posizione, Bilfinger Berger AG: 8° posizione), 3 francesi (Vinci: 2° posizione, Bouygues: 6° posizione, Technip: 9° posizione); 1 svedese (Skanska AB: 4° posizione); 1 austriaca (Strabag SE: 3° posizione); 1 italiana (Salpem: 7° posizione); 2 spagnole (FCC: 12° posizione, Gruppo ACS: 20° posizione), 1 inglese (Balfour Beatty 16°posizione), 1 greca (Consolidated Contractors Group: 19° posizione)*The top 225 International Contractors*, ENR, Agosto 2009

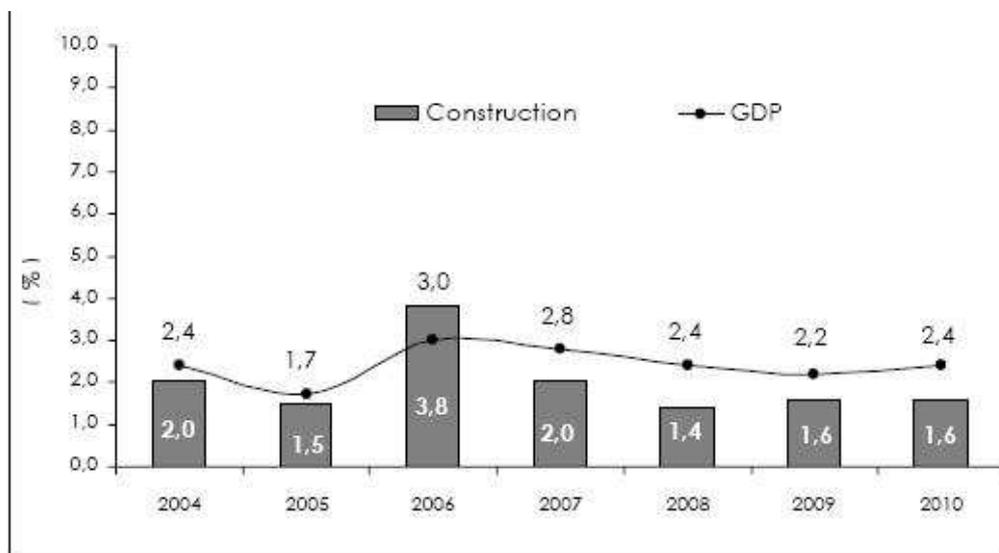
²⁶² Il crollo dei mercati finanziari nell'autunno del 2008 ha interrotto gran parte dei finanziamenti necessari per avviare i progetti, il crollo dei prezzi del petrolio e dei metalli ha portato i produttori di tali settori a rivedere i loro piani di capitale. *The top 225 International Contractors*, ENR, Agosto 2009

²⁶³ In particolare nei paesi dell'area Euro si stanno delineando due velocità: l'andamento del settore delle costruzioni nell'Europa occidentale ha segnato nel 2008 lo -0,8%, mentre l'Europa dell'est (Polonia, Ungheria, Repubblica Ceca, Slovacchia) ha visto migliorare il proprio tasso espansivo (dal 9,2% al 9,7% del 2008) e ha visto crescere a ritmi elevati l'economia e gli investimenti nelle costruzioni con un grande afflusso di capitale destinato a finanziare soprattutto la rilevante domanda di infrastrutture. *"Il Mercato delle Costruzioni in Europa al 2010"* elaborato da Euroconstruct e Cresme (Centro di ricerche economiche e sociali sul mercato delle costruzioni)

²⁶⁴ In Europa il 2007 ha rappresentato la fine della fase espansiva in atto dal 1999 e culminata nel picco del 2006, quando le costruzioni crescevano più velocemente del Pil dell'Europa a 27 (3,8% contro 3,0%). Dal 2007 il ciclo è entrato nella sua fase discendente, con una crescita ridotta (+2,7%), allineata al ritmo espansivo del Pil (+2,8%). Il 2008 è stato caratterizzato da una vera e propria recessione: un tasso negativo per il settore (-0,3%), a fronte di un Pil europeo che continua, seppure debolmente, ad aumentare (+1,8%). Il 2009 è stato caratterizzato da una fase di stagnazione del comparto (solo +0,2%) che ha risentito di un ulteriore rallentamento dell'economia continentale (+1,7%). Il rapporto ipotizza una leggera ripresa nel 2010 (+1,6%), quando il Pil dovrebbe riavvicinarsi a un tasso di crescita di due punti percentuali (2,1%). *"Prospects for the European Construction Markets in 2009-2011"* elaborato da Euroconstruct e Cresme (Centro di ricerche economiche e sociali sul mercato delle costruzioni)

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



Fonte: EUROCONSTRUCT, November 2007.

Valore della produzione nelle costruzioni e GDP (PIL) nei 19 Paesi Euroconstruct 2004-2010 - Andamento in %

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

LA TOP 225 INTERNATIONAL CONTRACTORS (BASATO SU CONTRAENTI ENTRATE PROVENIENTI DA PROGETTI REALIZZATI FUORI PAESE D'ORIGINE)		
RANK		AZIENDA
2009	2008	
1	1	HOCHTIEF AG, Essen, Germania †
2	2	VINCI, Rueil-Malmaison, France †
3	4	Strabag SE, Vienna, Austria †
4	3	Skanska AB, Solna, Svezia †
5	6	Bechtel, San Francisco, California, USA †
6	5	Bouygues, Parigi, Francia †
7	7	Saipem, San Donato Milanese, Italia †
8	9	Bilfinger Berger AG, Mannheim, Germania †
9	8	TECHNIP, Paris La Defense, Francia †
10	10	Bovis Lend Lease, Millers Point, NSW, Australia †
11	11	Fluor Corp., Irving, Texas, USA †
12	13	FCC, Fomento de constr. y Contratas SA, Madrid, Spagna †
13	15	KBR, Houston, Texas, USA †
15	12	Royal BAM Group NV, Bunnik, The Netherlands †
16	14	Balfour Beatty plc, Londra, Regno Unito †
17	18	Cina Communications Construction Group Ltd., Beijing, China †
18	20	Construtora Norberto Odebrecht, Sao Paulo, Brasile †
19	16	Consolidated Contractors Group, Atene, Grecia †
20	19	Grupo ACS, Madrid, Spagna †
21	22	Foster Wheeler AG, Clinton, NJ, USA †
22	23	Obayashi Corp., Tokyo, Giappone †
23	29	CB & I, The Woodlands, Texas, USA †
24	24	Kajima Corp., Tokyo, Giappone †
25	21	China State Construction Engineering Corp, Pechino, Cina †
26	**	Eiffage, Asnieres-sur-Seine, Francia †
27	30	Petrofac Ltd., Jersey, Channel Islands, UK †
28	48	China National Machinery Industry Corp., Pechino, Cina †
29	17	Chiyoda Corp, Yokohama, Giappone †

Nei Paesi dell'Europa occidentale, il comparto trainante tendenzialmente, nel prossimo triennio, sarà soprattutto l'edilizia industriale e commerciale²⁶⁵ coadiuvato dagli investimenti infrastrutturali (che resteranno alti soprattutto per quanto riguarda i Paesi dell'Europa dell'Est²⁶⁶) e dalla ripresa del rinnovo e della riqualificazione del patrimonio esistente.²⁶⁷

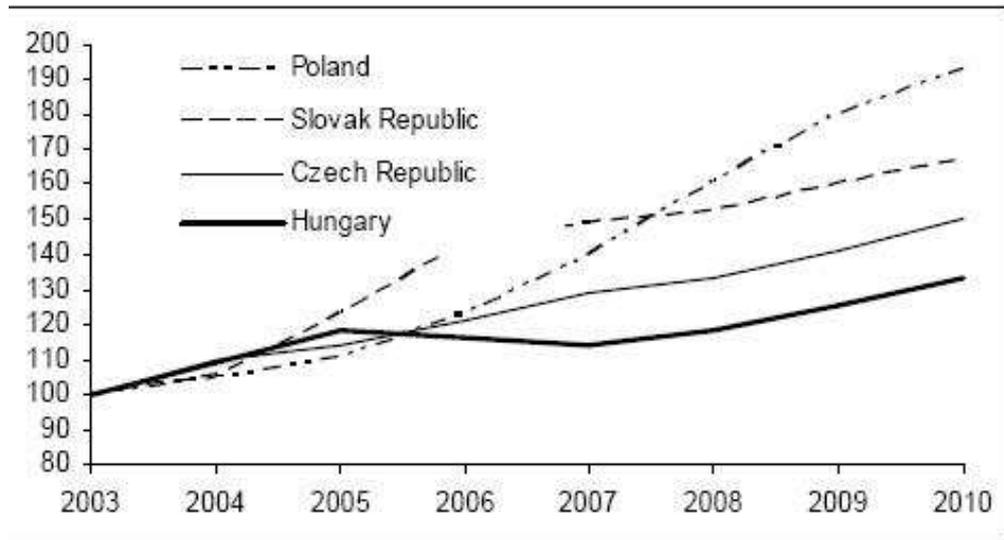
²⁶⁵ Nei Paesi dell'Europa occidentale l'edilizia industriale e commerciale ha registrato nel 2007 tassi di crescita superiori al 5% con una tendenza positiva per il 2008 (+3,7%), un leggero rallentamento nel 2009 e una nuova ripresa nel 2010, soprattutto grazie ai significative investimenti previsti in Gran Bretagna. "Il Mercato delle Costruzioni in Europa al 2010 " elaborato da Euroconstruct e Cresme (Centro di ricerche economiche e sociali sul mercato delle costruzioni)

²⁶⁶ Lo squilibrio tra Est e Ovest è stato una costante di questi ultimi anni: nel 2007 i 4 paesi ex comunisti sono cresciuti del 7,5%, confermando la velocità del 2006. La Polonia, in particolare, rappresenta da sola più della metà del mercato orientale, e si caratterizza per la crescita più veloce. Dopo il +12% del 2007, nel triennio 2008-2010 continuerà la fase espansiva a una velocità media annua del 12%, anche se la tendenza è di un progressivo rallentamento. Più moderato invece l'incremento previsto per il secondo mercato dell'area, quello ceco, che nel medio termine continuerà a crescere circa del 5% annuo, per un peso superiore al 25% del mercato. Per i due mercati più piccoli, che insieme non superano il 20% delle costruzioni nell'Europa dell'est, si registrano dinamiche differenti: le costruzioni in Ungheria vivranno una fase espansiva e, dopo la battuta di arresto del 2007, registreranno tassi di crescita via via più brillanti, dal 3% del 2008 fino al 6% del 2010. In Slovacchia invece, si prospetta un rallentamento dello sviluppo, che passerà dal 6% dell'anno in corso al 3% del 2010. "Il Mercato delle Costruzioni in Europa al 2010 " elaborato da Euroconstruct e Cresme (Centro di ricerche economiche e sociali sul mercato delle costruzioni)

²⁶⁷ Lo studio Euroconstruct/Cresme evidenzia la situazione dei mercati spagnolo e italiano, che hanno smesso di crescere e sono entrati in territorio negativo. Male anche il mercato francese, che ha dimezzato il ritmo espansivo del periodo 2000-2006 e scenario assai debole per la Germania, che, con tassi di crescita di poco superiori all'1% nel periodo 2008-2010, sembra aver limitato la fase più vivace della sua ripresa. Lo studio mette in luce il ritmo ancora più modesto che dovrebbe caratterizzare le costruzioni in Gran Bretagna (0,7% in media nel triennio 2008-2010). "Il Mercato delle Costruzioni in Europa al 2010 " elaborato da Euroconstruct e Cresme (Centro di ricerche economiche e sociali sul mercato delle costruzioni)

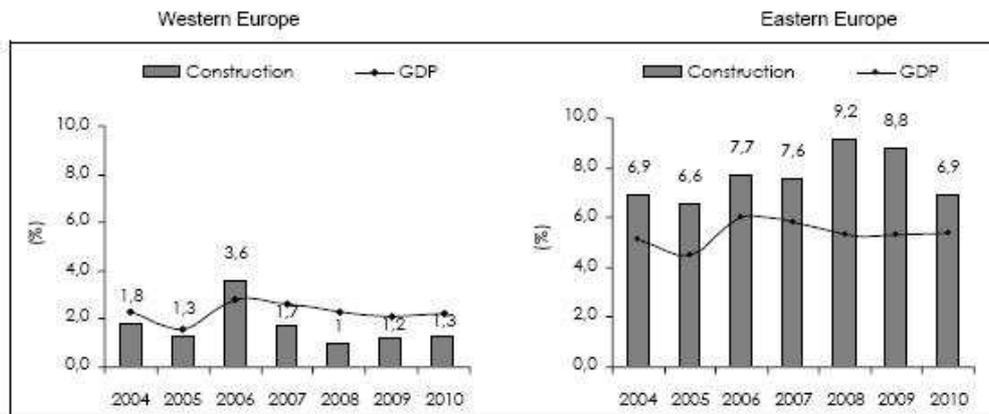
ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



Fonte: EUROCONSTRUCT, Novembre 2007.

Andamento delle costruzioni nei Paesi dell'Europa Orientale – Indice 2003 = 100



Fonte: EUROCONSTRUCT, Novembre 2007.

Andamento del mercato della produzione nelle costruzioni in Europa Occidentale e in Europa Orientale - Valori in %

E' ormai ampiamente riconosciuta la necessità a livello comunitario e mondiale di ridurre l'impatto ambientale del settore edilizio e non solo. Si sta facendo strada la consapevolezza che il mondo è un sistema unico, sinergico, integrato, ma anche fragile e che l'attuale epoca, seppure complessa e problematica, offre la possibilità di ripensare i significati, le funzioni, le capacità delle diverse forme e strategie per pervenire ad una migliore condizione di vita. In questo senso si parla di legame intrinseco tra sostenibilità ambientale e dimensione sociale ed economica, di "sviluppo

sostenibile fondato su un rapporto equilibrato tra i bisogni sociali, attività economica e ambiente”²⁶⁸. Strategia di rilancio sociale ed economico, strumento di sviluppo sostenibile è, e sarà sempre più, la trasformazione urbana. Sta, ormai, prendendo piede, nella consapevolezza di governo internazionale, la coscienza che il concetto di sostenibilità è strettamente legato alla città, alla redistribuzione dei carichi sul territorio, alla capacità di relazione e di scambio che essi posseggono (e che poi definiscono la loro economia estendendosi oltre i confini degli Stati e dei continenti).

“Le città di oggi occupano il 2% della superficie terrestre, ma consumano il 75% delle sue risorse”(M. O' Meara, '99)²⁶⁹. Tra il 1950 e il 2000²⁷⁰ si è verificato un incremento della popolazione delle città²⁷¹ dal 25,4% (736,796

²⁶⁸ La stessa Convenzione Europea del Paesaggio (ratificata dallo Stato italiano con la legge 9 gennaio 2006 n. 14) identifica il principio di *qualificazione dell'ambiente di vita*, come “obiettivo permanente delle pubbliche autorità per il miglioramento delle condizioni materiali e immateriali nelle quali vivono ed operano le popolazioni, anche sotto il profilo della percezione degli elementi naturali ed artificiali che costituiscono il loro contesto di vita quotidiano”

²⁶⁹ Circa il 78% delle emissioni di carbonio derivanti dal consumo dei combustibili fossili e dalla produzione di cemento e il 76% dell'uso industriale del legno in tutto il mondo, avvengono nelle aree urbane. Il 60% dell'acqua del pianeta, che è prelevata per l'uso umano, va alle città (pressappoco la metà di quest'acqua irriga le colture per gli abitanti delle città, circa un terzo è utilizzata dalle industrie cittadine, e il rimanente serve per bere e per l'igiene).

²⁷⁰ Nel 1950 la popolazione urbana dell'intero pianeta era di 736 milioni e 796 mila persone. Negli anni Sessanta aveva superato il miliardo. Nel 1970 era arrivata a un miliardo 331 milioni e 783 mila. Nel 2000 a 2 miliardi 274 milioni 554 mila. Nel 2005 a 3 miliardi 164 milioni 635 mila. L'Europa conta già il 74% di abitanti urbanizzati. Asia e Africa sono ancora al 41% anche se, secondo le previsioni dell'Onu, da oggi al 2020 la popolazione urbana in Asia crescerà al ritmo medio del 2,1% all'anno. In Malaysia quasi il 70% della popolazione vive già in città: un tasso addirittura più alto di quello del Giappone e superato in Asia solo da Corea del Sud, Hong Kong e Singapore. Anche nelle Filippine i residenti in città sono un numero considerevole: oltre il 60% della popolazione totale. E persino quelli dell'Indonesia (50%) superano i vicini di Cina (40%) e India (30%). In Italia la popolazione urbana è passata dai 25 milioni e 485 mila persone del 1950 ai 39 milioni e 652.000 del 2005. Nel 2010 gli italiani urbanizzati saranno 40 milioni e 354 mila. Nel 2020 arriveremo a 41.558.000. Nel 2050 a 44 milioni e 340 mila.

²⁷¹ Nel 1950 New York, la più grande metropoli del mondo, aveva 12,3 milioni di abitanti, ma nel 1975 era superata da Tokio (19,8ml). Nel 2001 questa ha confermato il primato (26,5), seguita da San Paolo e Mexico city (entrambe con 18,3ml); mentre New York è scesa al quarto posto (16,8). Le proiezioni al 2015 indicano ancora Tokio (27,3) come la più popolosa seguita da cinque metropoli del terzo mondo (Dacca, Bombay, San Paolo, Delhi, Mexico City); mentre N.Y., pur crescendo di 5,6ml rispetto al 1950, scenderà al settimo posto (17,9). (Aldo Loris Rossi UIA, MANIFESTO TORINO 2008 “DALLA CRISI DI MEGACITY E DEGLI ECOSISTEMI VERSO ECO-METROPOLI E L'ERA POST-CONSUMISTA”)

milioni) al 50,0% (2.845 milioni). Nel 2008, essa supera, per la prima volta nella storia, quella rurale, infatti più della metà degli abitanti della Terra (6 miliardi e 800 milioni) oggi risiede nelle aree urbanizzate del pianeta ²⁷². I demografi prevedono che, entro il 2030, sei abitanti del pianeta su dieci vivranno in città. Un fenomeno epocale, secondo la Population division delle Nazioni Unite, che significa che il pianeta Terra rischia di finire in riserva, in termini di sostenibilità ambientale e di consumi energetici. Un quadro chiaro del problema emerge utilizzando quella che gli scienziati chiamano "impronta ecologica", un complesso indice statistico che misura la porzione di territorio necessaria a produrre le risorse utilizzate e ad assorbire i rifiuti: più è alto il valore, più il livello di sostenibilità diventa problematico ²⁷³. Le metropoli in espansione tendono, poi, a formare sistema con quelle prossime, configurando megalopoli ²⁷⁴, definite tali se superiori a 10 milioni di abitanti, cioè grandi quanto l'Europa all'epoca di Augusto ²⁷⁵. Alla crescita esponenziale urbana ²⁷⁶ corrisponde una "esplosione" demografica. «La popolazione mondiale ha impiegato circa 2 milioni di anni per giungere al primo miliardo nel 1830 e solo 100 anni per il secondo; quindi dal 1930 si è innescata un'accelerazione esponenziale per cui ne sono occorsi 30 per il

²⁷² Secondo l'ufficio statistico delle Nazioni Unite, le città, nel 2008, sono arrivate a ospitare 3,3 miliardi di persone. Secondo l'Università della North Carolina State e l'Università della Georgia, che studiano la crescita della popolazione terrestre, il sorpasso era già avvenuto il 23 maggio 2007 (in quella data – in base ai loro calcoli - le città contavano 3.303.992.253 abitanti, le campagne 3.303.866.404).

²⁷³ Secondo il Global Footprint Network l'umanità dovrebbe imparare a vivere equamente entro un'impronta ecologica di 1,78 ettari pro capite, poco più della superficie di due campi di calcio.

²⁷⁴ La megalopoli più abitata del mondo è quella della grande Tokyo, con 87 città satellite, tra cui Yokohama, Kawasaki e Chiba: 35,7 milioni di abitanti (più della metà della popolazione italiana).

²⁷⁵ Nel 1961 il loro primo studioso J. Gottmann ne individuava una diecina: tre in Europa (il sistema Londra-Liverpool, l'asse Reno-Rodano, quello padano prolungato nei corridoi tirrenico e adriatico); tre in nord America (New York-Boston, Chicago-Toronto, Los Angeles-San Francisco); una in sud America (San Paolo-Rio de Janeiro); e tre più estese in Asia (Shanghai-Pechino, Calcutta-Delhi, Tokio-Osaka). Loris Rossi A. - Manifesto XXIII Congresso Mondiale degli Architetti – UIA - Torino 2008 "Dalla crisi di megacity e degli ecosistemi verso eco-metropoli e l'era post-consumista"

²⁷⁶ Il futuro delle città del mondo secondo l'Onu: 3 miliardi 494 milioni e 607 mila abitanti nel 2010; 4 miliardi 209 milioni 669 mila nel 2020; 4 miliardi 965 milioni 81 mila nel 2030; 5 miliardi 708 milioni 869 mila nel 2040; 6 miliardi 398 milioni e 291 mila nel 2050.

terzo miliardo, 15 per il quarto, 13 per il quinto e 11 per il sesto, nel 1999»²⁷⁷. Nel 1974 L. R. Brown ammoniva: «quello che ora dobbiamo riconoscere è che l'aumento continuo della popolazione, anche a un ritmo moderato, d'ora in avanti aggraverà sempre più in pratica tutti i principali problemi economici, ecologici, sociali e politici, a cui l'umanità si trova di fronte». Per questo motivo è urgente recuperare una capacità strategica di programmazione di interventi che pongano le basi per un reale cambiamento di rotta. Come dice Thoraya Ahmed Obaid ²⁷⁸ «E' proprio nelle città che si può sperare di vincere quella partita fondamentale per la società moderna che è la realizzazione degli obiettivi di sviluppo del Millennio e in particolare quello di dimezzare il numero dei poveri nel mondo²⁷⁹ entro il 2015».

Ogni trasformazione dei valori su cui si fonda la società trova una corrispondenza in un sostanziale cambiamento delle scelte tecnologiche, strategicamente orientate; cioè esiste un legame tra ideologia e scelte tecnologiche, più propriamente, come diceva Schumacher, «la tecnologia si configura come una variabile dipendente dalle ideologie dominanti e culturalmente egemoni»²⁸⁰.

In quest'ottica, nel mondo delle idee e dei valori della cultura contemporanea, i principi della sostenibilità economica, sociale e ambientale sono quel quadro di riferimento in grado di innescare orientamenti innovativi per la tecnologia. Nello scenario del costruire contemporaneo la tecnologia incorpora sempre maggiori quantità di conoscenze scientifiche, innovazione, trasferimento tecnologico, nuovi modelli di produzione. Dai più è riconosciuto essere fondamentale mettere in relazione la qualità della

²⁷⁷ "...Gli studi di demografia storica stimano che dodicimila anni fa, all'inizio dell'era agricola, la popolazione mondiale giungeva a 10milioni di abitanti; duemila anni fa, all'avvento dell'era cristiana, a circa 250 milioni; alla fine del XVIII secolo col decollo della prima rivoluzione industriale si toccava il miliardo di abitanti. Infine, con l'accelerazione post-industriale, tra il 1950 e il 2000, è cresciuta da 2,5 a 6,1miliardi." Loris Rossi A. - Manifesto XXIII Congresso Mondiale degli Architetti – UIA - Torino 2008 "Dalla crisi di megacity e degli ecosistemi verso eco-metropoli e l'era post-consumista"

²⁷⁸ Direttore esecutivo dell'Unfpa, il Fondo delle Nazioni Unite che si occupa di assistenza alle popolazioni.

²⁷⁹ Secondo il WHO (World Health Organization): "nel mondo circa 20 milioni di persone l'anno muiono di fame e di malattie collegate, mentre il 18% della popolazione è obesa".

²⁸⁰ Schumacher E.F. sottolineava quanto la produzione di massa avrebbe dovuto essere trasformata in una produzione meglio finalizzata al soddisfacimento e al rispetto dei bisogni umani.

produzione industriale per l'edilizia, così come si sta oggi delineando, con le caratteristiche eco-orientate del ciclo di vita dei prodotti, ricercando una convergenza tra le esigenze di mercato e le problematiche ambientali. In particolare, l'innovazione tecnologica eco-orientata per l'architettura integra i canonici aspetti dell'innovazione di prodotto, con riferimento a precisi obiettivi come: ridurre le trasformazioni materiali ed energetiche; rispondere alla domanda diffusa di benessere; diminuire gli effetti negativi degli impatti delle trasformazioni sull'ambiente; salvaguardare l'autonomia tecnica, culturale ed economica delle comunità applicando le tecnologie in funzione dei contesti di intervento²⁸¹. Quindi necessariamente l'innovazione di prodotto industriale per l'edilizia è caratterizzato da una sempre più forte incidenza del fattore conoscenza. L'attenzione alla riduzione degli impatti tecnologici²⁸² e alla salvaguardia dell'ambiente sta creando una nuova domanda di prodotti eco-orientati²⁸³ (certificati, affidabili, durevoli, che ottimizzano l'impiego di materiali ed energia, che presentano facilità di assemblaggio e disassemblaggio etc.) realizzati sempre più con processi produttivi flessibili e leggeri²⁸⁴, che, nell'ottica dell'ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse, riducono al minimo il volume dei materiali, e nel contempo sono in grado di recepire le varianti richieste dal mercato, raggiungendo una posizione capace di accogliere le sfide del mercato: dalla competitività alla flessibilità, dall'internazionalizzazione alla rapidità dei cambiamenti dello stesso. Si è davanti all'evoluzione da una produzione di

²⁸¹ Mario Losasso "Tecnologie dematerializzate e innovazione di prodotto", in Antonio Passaro, a cura di, *La produzione industriale eco-orientata per l'edilizia*, Università degli Studi di Napoli Federico II, Polo delle Scienze e delle Tecnologie, Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura, Istituto Italiano per gli Studi Filosofici, Istituto Nazionale di Bioarchitettura, Atti, Luciano editore, 2007

²⁸² L'impegno per la riduzione degli impatti delle tecnologie si prefigura, sempre più, per le aziende come "un valore fondamentale, al pari di altri valori quali la trasparenza, la responsabilità verso la comunità" Franco Portelli, *Dalle 4P alle 4E del marketing*, Franco Angeli, Milano, 2005

²⁸³ Domanda che indirizza l'industria al marketing socialmente responsabile (cause related-marketing) come opportunità per rafforzare il posizionamento strategico sul mercato e la "reputazione aziendale, per innalzare la qualità del marchio e la fedeltà dei clienti, nonché per orientare le vendite Philip Kotler, Kevin L. Keller, *Il marketing del nuovo millennio*, Pearson/Paravia, Milano, 2007

²⁸⁴ "Il principio su cui si fonda la *lean production* è la combinazione di nuove tecniche manageriali con macchine sempre più sofisticate al fine di realizzare più produzione con meno risorse e meno lavoro" Jeremy Rifkin, *La fine del lavoro*, Baldini e Castoldi, Milano, 1995

massa ad una basata su prodotti personalizzati, configurabili o su misura, si ottengono così variazioni delle caratteristiche del prodotto come una modalità standard nell'offerta dello stesso²⁸⁵.

La riduzione dei materiali, dell'energia in lavorazione²⁸⁶ e del tempo di attraversamento dell'intero ciclo di produzione²⁸⁷ induce la cosiddetta dematerializzazione dei processi e dei prodotti in uscita²⁸⁸, che necessariamente si intreccia con i principi dell'ecologia industriale²⁸⁹ al fine di operare la «transazione dall'attuale sistema non sostenibile verso un sistema industriale eco-orientato»²⁹⁰. Per ragioni di opportunità economica, che si bilanciano con esigenze ambientali, l'obiettivo è quello di ottenere il massimo di prestazioni con il minimo di materiali.

²⁸⁵ Produzione innovativa custom-fit

²⁸⁶ Un aspetto caratterizzante di questo approccio è il miglioramento dell'efficienza dei processi produttivi misurata, sul piano dell'impiego di risorse energetiche e materiali, oltre che in termini di emissioni, anche di economicità, di ecoefficienza dei prodotti, di riciclabilità, perseguendo l'obiettivo della salute umana. Nelle tecniche di contabilità ambientale vengono presi in considerazione alcuni aspetti fra i quali risultano rilevanti l'indice di sostenibilità di processo (SPI) nonché le tabelle chimico-fisiche di ingresso/uscita PIOT che tracciano l'ingresso, la lavorazione, il transito nel processo economico, l'uso e il rientro nell'ambiente come residui riciclabili.

²⁸⁷ "Lotti piccoli e cicli di produzione brevi" Mario Gibertoni, "Manufacturing e quality management", in AA.VV., *Acquisti, produzione, logistica e qualità dei processi*, Master 24 Gestione e strategia d'impresa, Il Sole 24 Ore- La Repubblica, 2007

²⁸⁸ Mario Losasso "Tecnologie dematerializzate e innovazione di prodotto", in Antonio Passaro, a cura di, *La produzione industriale eco-orientata per l'edilizia*, Università degli Studi di Napoli Federico II, Polo delle Scienze e delle Tecnologie, Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura, Istituto Italiano per gli Studi Filosofici, Istituto Nazionale di Bioarchitettura, Atti, Luciano editore, 2007

²⁸⁹ L'introduzione della definizione "Ecologia Industriale" è dovuto a Robert Frosch and Nicholas E. Gallopoulos, in un articolo scientifico pubblicato nel 1989 (Frosch, R.A.; Gallopoulos, N.E. (1989) "Strategies for Manufacturing" *Scientific American* 261:3, pp 144-152). L'idea centrale dell'Ecologia Industriale, concetto che riguarda la pianificazione e la gestione ecosostenibile dei sistemi produttivi, è l'analogia tra i processi industriali e i processi di interazione dei sistemi naturali, dove non esiste il concetto di "rifiuto" (cicli chiusi). Il più famoso esempio di applicazione pratica dei tipici concetti dell'Ecologia Industriale è il Parco Eco-Industriale di Kalundborg^[1].

²⁹⁰ "Con i criteri dell'ecologia industriale si indagano i complessi flussi di materiali all'interno e all'esterno del sistema industriale, in cui le dinamiche tecnologiche costituiscono un fattore determinante nella transazione dall'attuale sistema non sostenibile verso un sistema industriale eco-orientato" (A. Citterio, *Ecologia industriale (IE). Una visione globale*, Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria chimica, Politecnico di Milano, 2006).

Pensare diversamente le città significa anche una diversa concezione degli edifici che la compongono: considerare il loro ciclo vitale, la scelta dei materiali, i bisogni energetici. “La città si salva solo se saprà bastare a se stessa”²⁹¹. La grande sfida è evitare lo spreco, arrivare ad edifici a consumo zero e addirittura produttori di energia. In questa prospettiva la politica tecnica dell’Unione Europea sta orientando le norme nazionali²⁹² e locali verso un costruire sostenibile e nuove sensibilità del mondo industriale, a partire dai primi provvedimenti sui prodotti da costruzione che videro la nascita del marchio CE²⁹³ e a quelli sull’uso delle caldaie²⁹⁴, fino alle specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia²⁹⁵ e alla certificazione sul rendimento energetico nell’edilizia²⁹⁶.

²⁹¹ Carlo Carraro, professore di economia ambientale all’Università di Venezia

²⁹² Le recenti norme introdotte in materia di contenimento energetico e di antisismicità per gli edifici, anche se costituiscono un passo avanti in tema di contenimento dei consumi e di sicurezza per la casa, per far sì che siano efficaci dovranno essere applicate attraverso sistemi costruttivi innovativi. E’ quindi necessario sviluppare nuovi sistemi costruttivi che riescano a coniugare: sostenibilità ambientale, innovazione dei paradigmi progettuali, riduzione dei costi di costruzione.

²⁹³ Direttiva 89/106/CEE - GU L 40 dell’11.2.1989 (recepita in Italia con il DPR 246 del 21/04/1993) relativa al “ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione”- istituisce il marchio CE per i prodotti da costruzione che risultano conformi ai requisiti di una specificazione tecnica, secondo le procedure di conformità menzionate nella direttiva. “*I prodotti da costruzione possono essere immessi sul mercato soltanto se idonei all’uso previsto. A tale riguardo, essi devono consentire la costruzione di opere che soddisfano, per una durata di vita economicamente accettabile, i requisiti essenziali in materia di resistenza meccanica e di stabilità, di sicurezza in caso d’incendio, d’igiene, di sanità e di ambiente, di sicurezza di utilizzazione, di protezione dal rumore, di economia di energia e di isolamento termico previsti all’allegato I della direttiva.*”

²⁹⁴ Direttiva 92/42/CEE provvedimenti relativi alle caldaie

²⁹⁵ Direttiva 2005/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 6 luglio 2005, relativa all’istituzione di un quadro per l’elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia e recante modifica della direttiva 92/42/CEE del Consiglio e delle direttive 96/57/CE e 2000/55/CE del Parlamento europeo e del Consiglio [Gazzetta ufficiale L 191 del 22.07.2005].

²⁹⁶ Direttiva 2006/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006, concernente l’efficienza degli usi finali dell’energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio [Gazzetta ufficiale L 114 del 27.4.2006]. A norma di questa direttiva, la certificazione sul rendimento energetico nell’edilizia si considera equivalente a una diagnosi energetica destinata alle microimprese e alle piccole e medie imprese.

Avere edifici energeticamente più efficienti è diventato un aspetto primario nelle scelte ambientali dell' Unione Europea. In quest'ottica si inquadra la Direttiva 2002/91/CE "Energy performance of buildings"²⁹⁷, sul rendimento energetico nell'edilizia²⁹⁸, che è parte integrante della strategia di riduzione delle emissioni lanciata nel 2007 dall'Unione Europea e riproposta col Pacchetto energia ad inizio 2008. Entrata in vigore nel 2006 (anno della presentazione di un nuovo testo legislativo sull'efficienza e i servizi energetici, che sostituisce la SAVE²⁹⁹), la direttiva introduce una metodologia comune per calcolare l'efficienza energetica degli edifici e standard minimi di performance energetica per ogni stato membro. Le stime della Commissione europea prevedono che la piena entrata in vigore della direttiva porterà ad una riduzione di 40 megatonnellate di petrolio entro il 2020, che equivale ad una riduzione dell'11% nel consumo totale di energia dell'Unione Europea. Con l'obiettivo di promuovere una maggiore consapevolezza sulla necessità di migliorare le performance energetiche, viene richiesto agli Stati membri di emettere dei certificati di prestazioni energetiche degli edifici³⁰⁰ ogni qual volta un edificio viene costruito,

²⁹⁷ La direttiva comprende quattro elementi principali: una metodologia comune di calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici; i requisiti minimi sul rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione e degli edifici già esistenti sottoposti a importanti ristrutturazioni; i sistemi di certificazione degli edifici di nuova costruzione ed esistenti e l'esposizione negli edifici pubblici degli attestati di rendimento energetico e di altre informazioni pertinenti. Gli attestati devono essere stati rilasciati nel corso degli ultimi cinque anni; l'ispezione periodica delle caldaie e degli impianti centralizzati di aria condizionata negli edifici e la valutazione degli impianti di riscaldamento dotati di caldaie installate da oltre 15 anni.

²⁹⁸ La proposta si inserisce nell'ambito delle iniziative della Comunità in relazione ai cambiamenti climatici (impegni assunti con il protocollo di Kyoto) e alla sicurezza dell'approvvigionamento (Libro verde sulla sicurezza dell'approvvigionamento energetico): ridurre il consumo di energia migliorando l'efficienza energetica è una delle possibili soluzioni di questi due problemi.

²⁹⁹ Direttiva 93/76/CEEA Gazzetta ufficiale n. L 329 del 30/12/1993 La direttiva del Consiglio intesa a limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica (Save) che introduceva lo strumento dei programmi energetici nazionali per monitorare la riduzione dei consumi nel settore delle costruzioni.

³⁰⁰ La direttiva stessa e il piano d'azione pubblicato nel 2006 riassumono gli elementi principali del metodo integrato per il calcolo dell'efficienza energetica, che si basa su fattori quali la posizione dell'edificio, le sue fonti di riscaldamento, refrigeramento e illuminazione.

venduto o affittato: per le strutture pubbliche che superano i 1000 metri quadrati è necessario esporre all'ingresso questo tipo di certificazione.³⁰¹

3.2 L'industria come protagonista della trasformazione della nuova materia prima seconda in un componente edilizio: il paradigma costruttivo della Tecnologia Stratificata a Secco

Un approccio sostenibile in edilizia si confronta necessariamente con problemi legati al contenimento dei consumi energetici (e relative certificazioni) del manufatto, alla qualità della progettazione, della manutenzione e dell'ambiente interno dello stesso, tenendo conto dell'intero ciclo di vita dell'edificio e della sua durata (considerando, quindi, i costi di costruzione e quelli di gestione, manutenzione, dismissione e smaltimento).

Il problema della sostenibilità in edilizia impone, innanzitutto, una discussione sui principi di fondo e sui processi del costruire. E' ormai riconosciuto lo stretto legame che esiste tra sostenibilità e qualità del prodotto/manufatto, qualità che dipende, oltre che dal progetto e dalle caratteristiche già definite dell'oggetto in sè, dalla fase di realizzazione dello stesso.

E', ormai, ritenuto necessario dalla comunità internazionale, anche per dare stabili riferimenti qualitativi al valore immobiliare, arrivare a definire "super-progetti" e in cantiere avere la necessità di poca manodopera, specializzata³⁰²

«Lo sviluppo dell'industrializzazione della produzione di elementi costruttivi e di dispositivi di supporto e di connessione per l'edilizia, predispongono il settore delle costruzioni verso una sua modernizzazione, che deve prevedere una razionalizzazione delle fasi di produzione mediante sistemi sempre più meccanici».

³⁰¹ Oggi si sta sempre più diffondendo il concetto di "certificazione globale" dell'edificio, ed in questa prospettiva si rende necessario un approccio integrato da parte dei vari attori del processo edilizio. qualità complessiva dell'edificio, dedicati a chiunque si interessi di edilizia (progettazione, costruzione, manutenzione, certificazione energetica, gestione del patrimonio immobiliare). isolamento termico ed acustico delle strutture edilizie; tecniche impiantistiche innovative ed efficienti; ventilazione e qualità dell'aria nell'ambiente interno; manutenzione degli impianti.

³⁰² Oggi varie industrie nel mondo delle costruzioni hanno ottimizzato eco-compatibilità e prestazioni energetiche di materiali, sistemi, componenti edili prima della loro immissione sul mercato e quindi della loro applicazione nei cantieri.

La selezione dei materiali da costruzione è un importante elemento per la sostenibilità di un edificio e, per definizione, i prodotti a minor impatto ambientale sono quelli che richiedono poche risorse (energia e materiali) nella produzione, nell'uso, nella manutenzione, nello smaltimento. Parimenti anche le modalità costruttive hanno un ruolo molto importante. Le tecniche laterocementizie ad umido sono caratterizzate da lunghi tempi di cantiere, alti costi di produzione e smaltimenti, bassissima riciclabilità dei componenti e spesso da prodotti con ridotte prestazioni ambientali. Una modalità costruttiva a basso impatto ambientale, per la quasi totale smontabilità dei suoi elementi tecnici e riciclabilità dei materiali costitutivi, è la stratificazione a secco, alternativa al sistema tradizionale umido laterocementizio ed è proprio in questo paradigma costruttivo che si inserisce il componente edilizio in progetto, oggetto di questa tesi di dottorato. Con la Tecnologia Stratificata a Secco l'edificio diventa il prodotto di una appropriata connessione e stratificazione a secco, di elementi costruttivi leggeri, sottili, e ad alte prestazioni.

Il paradigma della costruzione stratificata a secco prevede vari stadi funzionali ed una forte integrazione con l'impiantistica dell'edificio. Le parti soggette a progettazione sono identificate, in ordine dall'esterno verso l'interno, nell'involucro esterno³⁰³, nella stratificazione di intercapedine isolata esterna, nella struttura portante³⁰⁴, nella stratificazione di intercapedine isolata interna, nell'involucro interno. Oggi ha assunto un ruolo centrale garantire agli edifici un'adeguata condizione di benessere termoigrometrico, igienico, olfattivo, visivo, acustico e luminoso mediante soluzioni tecniche e tecnologiche appropriate, in grado di limitare al minimo l'utilizzo di impianti e di fonti di energia non rinnovabili. Temi centrali questi che hanno fatto sì che il campo di azione della ricerca in edilizia sia sempre più lo sviluppo di sistemi di involucro³⁰⁵.

³⁰³ I tamponamenti di chiusura verticale e orizzontale sono realizzati con strati di elementi leggeri e di grandi dimensioni.

³⁰⁴ Nello scheletro portante della costruzione sono impiegati telai leggeri in acciaio o legno spesso assemblati a piè d'opera e in seguito issati a formare la struttura.

³⁰⁵ L'efficienza dell'involucro edilizio può essere valutata direttamente nella sua fase di sviluppo da parte dell'industria.

«L'involucro è la porzione dell'organismo edilizio che oggi maggiormente si presta ad essere indagato per la complessità dei temi progettuali coinvolti e tra loro interrelati, in esso viene compreso il problema della giunzione tra telaio e tamponamento, della coibentazione termica e acustica, della impermeabilità, della captazione solare attiva e passiva, della resistenza meccanica e della stabilità»

Le potenzialità³⁰⁶ della modalità costruttiva della stratificazione a secco o S/R (Struttura-Rivestimento)³⁰⁷ sono riassumibili nei seguenti 4 punti: a. verificabilità prestazionale; b. ottimizzazione delle procedure di cantiere; c. implementabilità tecnologica e ciclicità di funzionamento; d. risparmio di materiali e risorse energetiche.

Dal momento che si tratta, per lo più, di elementi realizzati in fabbrica, quindi certificati e successivamente assemblati in opera da maestranze specializzate, la verifica prestazionale si effettua prevalentemente in fase produttiva e la qualità prestazionale progettata è maggiormente garantita rispetto ad altre modalità costruttive. Per quel che concerne le procedure di cantiere, esse sono semplificate dall'alta specializzazione delle operazioni di assemblaggio e dall'elevata velocità dei tempi di messa in opera. L'assemblaggio a secco, e la non invasività del disassemblaggio, permette di controllare lo stato di salute di ogni singolo strato cambiando le parti ammalorate e consente di inserire, per aggiunta o sostituzione, unità tecnologiche migliorative delle precedenti prestazioni, attivando un processo permanente di gestione e di dismissione con parziale reimpiego. L'altissima varietà di pacchetti tecnologici³⁰⁸ possibili permette una progettazione

³⁰⁶ La metodologia costruttiva della stratificazione a secco può essere declinata, oltre che con un apparato tecnologico interamente a secco, anche in un sistema cosiddetto "misto"³⁰⁶, questa cosa permette di inserire il suddetto paradigma costruttivo anche in contesti, come quello della tradizione italiana delle costruzioni, dove sono fortemente radicate tecniche laterocementizie ad umido (in Italia il telaio di c.c.a.).

³⁰⁷ La costruzione stratificata a secco, denominata anche S/R (Struttura-Rivestimento), minimizza l'uso dei materiali, consente una progettazione mirata ai reali requisiti di qualità ed alte prestazioni di risparmio energetico, fa uso di prodotti di derivazione industriale di alta qualità e certificati, e consente una grande libertà di espressione architettonica ed estetica, libera da vincoli di sistemi prefabbricati. Zambelli E., Vanoncini A., Imperadori M., *Costruzione stratificata a secco*, Maggioli, Rimini, 1998

³⁰⁸ La varietà degli elementi ecocompatibili che il mercato mette a disposizione e di quelli progettuali in senso ampio, in particolare la vastissima possibilità di scelta di elementi bidimensionali esterni o interclusi (materassini, guaine, pannelli) rispondenti a precisi requisiti, permette di individuare

particolarmente virtuosa in termini di sostenibilità ambientale, potendo a seconda dei casi fare scelte che privilegino il risparmio energetico, ad esempio potenziando il sistema coibente di involucro o la riciclabilità dei materiali adottati nella soluzione.

La tettonica dei sistemi a secco persegue un processo di assemblaggio di tipo meccanico dove gli elementi costruttivi esistono già, sono stati prodotti per la quasi totalità industrialmente e, in cantiere, essi devono essere connessi gli uni agli altri seguendo un progetto integrato³⁰⁹.

Il sistema Struttura/Rivestimento è quello che meglio di tutti attualmente risponde, per qualità ed economicità, ai concetti di casa passiva, della biologia dell'abitare e della casa intelligente, concetti sempre più importanti nella progettazione di nuova concezione.

Un' adeguata progettazione integrata e la possibilità di reperire sul mercato, sia elementi industrializzati per la costruzione di strutture in acciaio o legno, che nuovi materiali per la realizzazione di rivestimenti con stratificazioni prestazionali, creano anche le condizioni per realizzare edifici a costi controllati. Questo tipo di scelta comporta anche una minimizzazione dell'impiego del materiale e di conseguenza dei rifiuti prodotti (e quindi dei costi di discarica).

Il comparto edilizio è responsabile della produzione di circa il 25% dei rifiuti dell'industria europea, provenienti sia dagli "scarti" di costruzione nell'ambito dei cantieri che da operazioni di demolizione. Se nel primo caso è sufficiente scegliere prodotti il più possibile standardizzati, nel secondo è bene preferire i sistemi assemblabili a secco, che consentono una facile separazione dei materiali in fase di demolizione e quindi un loro possibile riutilizzo quali "materie prime seconde"³¹⁰.

soluzioni mirate in funzione sia delle singole prestazioni richieste sia dell'azione sinergica che l'intero pacchetto può raggiungere.

³⁰⁹ L'assemblaggio a secco grazie alle sue estese possibilità combinatorie e alla vastità di proposte provenienti dal mercato dell'industria edilizia, permette di sviluppare un'ampia campionatura di soluzioni tecniche e facilita la costituzione di un metodo di progettazione integrata che a seconda delle esigenze della committenza può proporre soluzioni tecniche combinatorie affidate ad un kit di montaggio soggetto ad implementabilità tecnologica e ciclicità di funzionamento

³¹⁰ In Svizzera esiste da anni una vera e propria "borsa dei rifiuti edili" che fornisce informazioni circa la disponibilità e la qualità dei diversi prodotti e coordina la domanda e l'offerta dei cantieri.

In Italia si parla invece ancora di smaltimento piuttosto che di riciclaggio, in quanto solo l' 8,9% dei rifiuti edili viene riutilizzato in altre costruzioni, mentre il rimanente 91,1 % finisce in discarica³¹¹.

3.3 Individuazione dell' esistenza in commercio di componenti edilizi ecosostenibili che riutilizzano i prodotti di scarto: definizione delle caratteristiche, premialità e criticità

Al fine di ricostruire un quadro di riferimento, si è proceduto all'individuazione e verifica dell'esistenza in commercio delle varie tipologie di prodotti ecosostenibili per l'edilizia, nonché alla definizione delle loro caratteristiche, premialità e criticità. Successivamente sono state prodotte delle

I vari prodotti sono organizzati in schede in allegato alla tesi

CAP. 4 UN PANNELLO SANDWICH CON PLASTICHE MISTE POST-CONSUMO: IPOTESI INIZIALI E VERIFICHE SPERIMENTALI

4.1 Plastiche miste post-consumo in edilizia: l' ipotesi iniziale

«Nel suo senso più ampio e comprensivo progetto significa anticipazione. Un'anticipazione che ha in sé la previsione di ciò che viene anticipato. Il progetto in quanto anticipazione implica ovviamente il riferimento a un futuro. Si basa cioè su una prefigurazione o previsione di possibilità»³¹².

Anzi il progetto stesso si definisce come il "luogo della possibilità", poiché è «il momento in cui vengono vagliate e ipotizzate tutte le opzioni, sempre in vista di una realizzazione. Questo legame con la realtà, cioè con la realizzazione determina le caratteristiche del progetto, che deve essere in grado di prevedere e anticipare le conseguenze delle scelte nel passaggio dal possibile al reale. Perché questo possa realizzarsi, deve inserirsi poi un'azione creativa, che permetta il compimento di queste soluzioni. La previsione e l'anticipazione agiscono in riferimento a dei vincoli: si tratta di prevedere, ma anche di anticipare delle possibilità realizzative»³¹³. Ogni

³¹¹ Dati ANPA; fonte Commissione Europea, DGXI-1999

³¹² Calvo, 1980, p.26

³¹³ Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, edizioni Libreria Clup, Milano 2003

elemento, anche quello apparentemente più originario, è il risultato di un contesto di lettura, cioè di un'interpretazione, «l'intuizione è quindi una sintesi a posteriori, è il prodotto di un repertorio ricco e già interpretato che si organizza intorno a un'idea operativa...il progetto deve essere pensato nella sua globalità; bisogna cioè già partire da una "visione d'insieme"»³¹⁴.

L'ipotesi iniziale, da cui parte la ricerca in oggetto, si fonda sulla possibilità di riutilizzo delle plastiche miste post-consumo in un comparto dai grandi numeri come quello dell'edilizia. Questa intuizione prende spunto dalla convinzione che trovare una collocazione sul mercato a questa ingente frazione, derivata da Raccolta Differenziata, attraverso il suo riutilizzo appunto, invece che lo smaltimento, sia un valido modo per contribuire alla sua valorizzazione e per fornire un valido apporto economico e ambientale. La valorizzazione del PLASMIX (plastiche miste), d'altra parte, è tra le linee di tendenza previste dallo stesso COREPLA³¹⁵, così come espressamente indicato nel *Programma Specifico di Prevenzione 2009–2011*.

La prima supposizione, a cui attraverso la successiva sperimentazione si è data risposta, è stata quella inerente alla capacità del PLASMIX, una volta "rammollito" (se sottoposto a determinati livelli di temperatura), di indurire in modo così uniforme da far pensare ad un materiale compatto, stabile e non friabile. La verifica positiva a questa ipotesi iniziale, avvenuta con la sperimentazione³¹⁶, ha dato il via al processo di definizione della possibile forma del componente.

4.2 Definizione della forma del componente e del suo processo di produzione: il pannello sandwich come possibile declinazione

Da analisi e valutazioni sul provino di PLASMIX "compattato", con particolare riferimento ad una presunta buona coibenza termica e acustica, si

³¹⁴ Ibidem

³¹⁵ Tra le linee di tendenza è «la valorizzazione del PLASMIX (plastiche miste) attraverso la massimizzazione della sua ri-selezione per l'ottenimento di MPO ("Misto Poliolefine") e MPET ("Misto PET") in funzione della ricettività del mercato» COREPLA, *Programma Specifico di Prevenzione 2009 – 2011*

³¹⁶ C.f.r. il paragrafo "La sperimentazione: realizzazione del provino in laboratorio. Verifica della possibilità di evitare collanti per l'attacco dello strato di grès porcellanato al *core* in PLASMIX".

è ipotizzato di renderlo *core* di un pannello sandwich³¹⁷. La crescita esponenziale dell' utilizzo del pannello sandwich nella progettazione e realizzazione di diversi sistemi, dalle costruzioni ai trasporti³¹⁸ (aerei, treni e navi veloci), è connessa agli enormi vantaggi che esso comporta dal punto di vista strutturale, tecnologico e progettuale³¹⁹. La presenza del *core* è utile ad aumentare il valore della rigidezza flessionale (nella direzione perpendicolare) del pannello sandwich. Poiché la rigidezza flessionale dipende dalla distanza delle *facesheets* dal piano medio, e quindi è funzione dello spessore³²⁰ del *core* stesso, il fatto che, nel caso in progetto, si riuscisse ad ottenere, dal materiale utilizzato, lo spessore desiderato, senza rilevanti limiti dimensionali, ha senz'altro contribuito ad avvalorare ulteriormente l'ipotesi della struttura a sandwich.

La soluzione prescelta di conformare con il PLASMIX il *core* di un pannello sandwich³²¹ ha reso possibile affrontare il tema, non secondario, del

³¹⁷ «Per struttura a sandwich si intende un elemento costituito da due strati resistenti (*facesheet*), detti pelli o facce, distanziati da un materiale connettivo che prende il nome di *core*. Il *core* è in genere un materiale leggero e poco resistente, la cui unica funzione è distanziare le pelli, di materiale nobile e di spessore ridotto. La rigidezza assiale del *core* è assolutamente trascurabile rispetto a quella delle pelli, che sono preposte ai carichi nel piano. La presenza del *core* è invece utile ad aumentare il valore della rigidezza flessionale del pannello, che dipende dalla distanza delle lamine dal piano medio. L'impiego di tale struttura è quindi paragonabile al concetto della trave con sezione a I, dove l'anima serve ad aumentare la rigidezza flessionale nella direzione della stessa. Un esempio più comune di pannello sandwich è costituito da quel cartone in cui gli strati esterni piani sono separati da uno strato di cartone ondulato.» (http://it.wikipedia.org/wiki/Pannello_sandwich)

³¹⁸ Il nuovo Airbus A380 utilizza un nuovo tipo di honeycomb realizzato in Kevlar, che è utilizzato per applicazioni come i pannelli interni e per i flap delle ali.

³¹⁹ A contribuire alla sua notevole efficienza sono caratteristiche quali l' elevato rapporto resistenza/peso, la rapidità di posa, la possibilità di evitare saldature, le ottime capacità di isolamento acustico e termico e di assorbire gli urti, la maggiore versatilità progettuale.

³²⁰ Distanziando le *facesheets* si ottiene un incremento notevolissimo della rigidezza rispetto a un pannello costituito soltanto da uno spessore di materiale pari a quello delle due facce con un incremento di peso ridottissimo ed un risparmio notevole di materia.

³²¹ Con riferimento al comportamento meccanico, il pannello sandwich lavora a flessione e a taglio. Esso viene schematizzato come una piastra e il suo comportamento flessionale è regolato dalla nota formula:

$$D\nabla^4 w(x, y) = p(x, y)$$

La rigidezza flessionale è data dalla somma dei contributi del *core* e delle *facesheets*: $D = E_c * I_c + 2 E_p * I_p$

I cui momenti d'inerzia, per unità di larghezza, valgono rispettivamente: $I_c = h_c^3/12$ e $I_p = (h^3 - h_c^3)/12$

miglioramento dell'immagine del componente in progetto con un materiale diverso, che avesse una superficie finita, e di conseguenza anche il problema della coesione con questa altra superficie.

Per la scelta di questa "altra superficie" si è fatto riferimento all'esperienza consolidata circa le caratteristiche dei materiali che solitamente costituiscono *facesheet* di pannelli sandwich e cioè materiali dall' elevata resistenza meccanica, solitamente si tratta di materiale composito in fibra di vetro, carbonio o kevlar, o anche di alluminio sottile o acciaio.

Nel caso in progetto si è scelto, pur nella consapevolezza che si trattava solo di una delle possibili opportunità, di utilizzare materiale ceramico per varie ragioni (che verranno successivamente indagate), ma soprattutto perché si conosceva la presenza sul mercato di un prodotto innovativo che, pur essendo di natura ceramica, aveva uno spessore assai ridotto (3 mm).

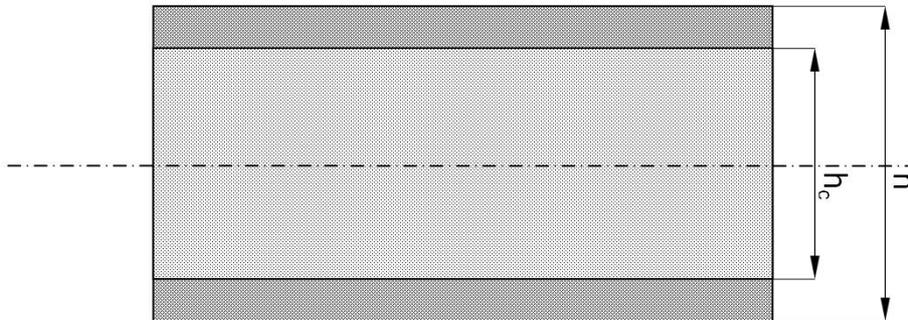
Come sopra detto, un'ulteriore questione di estrema importanza è stata quella dell'adesione tra *facesheets* e *core*, solitamente risolta nei pannelli sandwich con un adesivo che unisce le *facesheets* al *core* appunto. Generalmente si utilizzano adesivi a film con caratteristiche molto simili a quelle delle resine che costituiscono le matrici nei materiali compositi, per cui è necessaria la polimerizzazione in autoclave ed esistono diverse formulazioni chimiche a seconda della natura dei materiali da unire (metallo-metallo, metallo-composito, composito-composito).

Nel nostro caso l'attacco del *core* agli strati esterni avviene senza aggiunta di collanti, ma solo tramite pressione e temperatura, e ciò va a contribuire ad un bilancio ambientalmente senz'altro più soddisfacente.

Sostituendo nella prima equazione e dividendo numeratore e moltiplicatore per h^3 , spessore totale del pannello, si ottiene:

$$D = 1/12 h^3 [E_c \lambda^3 + 2 E_p (1 - \lambda^3)] = (h^3 E^*)/12$$

dove: $\lambda = h_c/h$. Mentre con E^* si è indicato il modulo di Young equivalente del pannello.



Schema pannello sandwich

4.3 LAM'Slab: il prodotto innovativo utilizzato come possibile soluzione della pelle esterna

«Nel panorama corrente si assiste ad una sorta di attaccamento culturale molto tenace a materiali o a tecniche appartenenti alla tradizione»³²². E' riconosciuto, in letteratura, che l'innovazione tecnologica, o meglio l'«evoluzione delle tecniche»³²³, nel comparto costruttivo è, in un certo senso,

rallentata rispetto ai ritmi sempre più accelerati che si verificano in altri settori produttivi: ci si confronta in genere con un lavoro innovativo operato su materiali e tecniche noti, dal segno impercettibile, seppure sicuro e costante³²⁴.

³²² «Diventa così molto difficile inserire proposte progettuali che siano innovative rispetto alle tipologie o alle tecniche costruttive. Le cause sono molteplici. Da un lato la vischiosità che caratterizza, specie nel nostro Paese, l'organizzazione del cantiere, nonostante le ottime professionalità a disposizione; dall'altro la preferenza indiscussa per forme, tecniche, materiali tipici delle varie tradizioni costruttive; da un altro ancora l'atteggiamento delle strutture preposte, più disponibili ad avallare la stasi, la conservazione, la metodologia del *laissez-faire*...piuttosto che ad incentivare le innovazioni.» Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, edizioni Libreria Clup, Milano 2003

³²³ «Tenuto conto di questi condizionamenti, bisogna ammettere che, nell'ambito della realizzabilità progettuale, è forse più corretto parlare di evoluzione delle tecniche, piuttosto che di vera innovazione.» Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, edizioni Libreria Clup, Milano 2003

³²⁴ «L'innovazione tecnologica, nel comparto costruttivo, deve tener conto di condizionamenti molto diversi, che avvengono in molteplici settori e non direttamente connessi e deve quindi sottostare a spinte o a lentezze che possono essere assorbite con grande difficoltà...L'applicabilità di innovazione in questo campo, deve affrontare un percorso lungo e accidentato, che coinvolge settori di ricerca e di applicazione molto differenziati. Essi vanno dalla conoscenza e esperienza scientifica delle

La stessa spinta all'innovazione è da riferire, nel comparto costruttivo, a sollecitazioni diverse: dalla committenza, al settore produttivo di specifiche tecniche e materiali, al progettista stesso³²⁵, che anzi è spesso «portatore di innovazione per antonomasia», mettendo in opera qualcosa che prima non esisteva, che certo apparteneva alla sfera delle possibilità, ma che ancora non aveva i connotati della concreta realizzabilità (Tagliagambe, 1998)³²⁶. L'innovazione tecnologica ha da sempre trovato percorsi differenti per affermarsi, tra cui la ricerca, l'utilizzo di nuovi materiali e la sperimentazione di diversi usi di materie prime o prodotti già noti³²⁷. La storia stessa dimostra che spesso si fa ricorso alle forme codificate di un linguaggio già noto al fine di superare il difficile passaggio al "nuovo", questo perché è soltanto al termine del processo di metabolizzazione dell'innovazione introdotta, che nuovi materiali possono trovare la propria definizione anche in nuove

caratteristiche dei materiali, alla capacità della cultura costruttiva e abitativa di riferimento ad accogliere l'innovazione proposta per farne patrimonio comune; dalla disponibilità del mondo produttivo, a trasferire le innovazioni scientifiche nei prodotti correnti, all'adeguamento del mercato che ne promuova la diffusione; dalla rispondenza delle innovazioni proposte alle esigenze e ai bisogni espressi, alla congruenza delle scelte tecnologiche adottate rispetto alla unitarietà complessa del progetto.» Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, edizioni Libreria Clup, Milano 2003, pag. 268

³²⁵ «Può essere la committenza che per maturità o convenienza, si dimostra in grado di esigere che un progetto sia innovativo, ai diversi livelli; ma anche lo stesso settore produttivo di tecniche e materiali può spingere all'introduzione e alla diffusione su larga scala di prodotti risultanti da innovazioni più o meno palesi; infine il progettista può assumere il ruolo di "promotore di innovazione" grazie alla sua competenza e alla sua scelta poetica. E' su quest'ultimo "motore" di innovazione, in realtà, che convergono le istanze teoriche e pratiche che possono con maggiore efficacia far avanzare le trasformazioni propositive» Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, edizioni Libreria Clup, Milano 2003

³²⁶ «Questa facoltà di trasformare il possibile in attuale lo pone d'altro canto in una posizione delicata. Per un verso, fidando sull'esperienza preconstituita, lo stimola a farsi interprete del mondo che lo circonda, conquistandogli una posizione di soggetto attivo e responsabile rispetto alla comunità di riferimento; per un altro verso lo provoca senza tregua a uscire dalla sicurezza dell'esperienza progressa, per avanzare nelle modalità di conoscenza che richiedono di essere aggiornate» Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, edizioni Libreria Clup, Milano 2003

³²⁷ Nardi G., Campioli A., Mangiarotti A., *Frammenti di coscienza tecnica. Tecniche esecutive e cultura del costruire*, edizioni Franco Angeli, Milano, 1994

forme³²⁸: «In questo caso la mimesi rappresenta lo strumento per colmare lo scarto che sempre esiste tra innovazione tecnica e adeguamento culturale»³²⁹. L'obiettivo di connotare questo progetto di ricerca come opportunità di un utilizzo innovativo di un materiale tradizionale³³⁰ ha guidato la scelta di come declinare la “pelle esterna” del pannello sandwich in progetto. La preferenza si è orientata sul materiale ceramico³³¹, pur nella consapevolezza che questo potrebbe essere anche di altra natura, ad esempio di alluminio³³².

D'altra parte, uno degli obiettivi della ricerca è stato, fin dall'inizio, quello di interagire con un partner industriale, in grado di fornire al progetto, il know-how indispensabile alla formulazione di adeguate soluzioni inerenti questioni come il processo produttivo del componente o anche il quadro prestazionale

³²⁸ La storia porta molti esempi di materiali di nuova concezione dissimulati in vecchie forme ad esempio la ghisa, il ferro e il cemento, nel secolo XIX, laddove il passaggio alla nuova tecnologia è stato filtrato attraverso il recupero dei caratteri formali delle strutture lignee o in pietra appartenenti alla tradizione.

³²⁹ Campioli A., “Mimesi versus tecnomorfismo: un'interpretazione del gesto architettonico”, in Nardi G., Campioli A., Mangiarotti A., *Frammenti di coscienza tecnica. Tecniche esecutive e cultura del costruire*, edizioni Franco Angeli, Milano, 1994

³³⁰ L' utilizzo innovativo di materiali tradizionali consente l'inserimento degli stessi in contesti tecnico-produttivi molto più ampi, attribuendo a tecnologie e materiali, le cui potenzialità apparivano già del tutto indagate, un nuovo ruolo, nonché una versatilità, flessibilità e rinnovata capacità prestazionale.

³³¹ Il termine “ceramica” si applica tradizionalmente a prodotti ottenuti a partire da impasti di argille, sabbia ed altre sostanze naturali. Tali impasti, dopo apposita preparazione, vengono foggiate nella forma desiderata e quindi cotti a temperatura elevata (da 1000 °C a 1250 °C, a seconda del tipo). Questa cottura modifica in modo sostanziale la struttura del materiale crudo, ed impartisce alle piastrelle di ceramica le tipiche e ben note caratteristiche di durezza, resistenza meccanica, inerzia chimica e fisica (in termini, ad esempio, di sostanziale inalterabilità all'acqua, al fuoco, alla maggior parte delle sostanze chimiche che possono venire a contatto con esse, etc.) La natura ceramica delle piastrelle conferisce loro caratteristiche di resistenza meccanica ed inerzia chimica e fisica, grazie alle quali diversi tipi di piastrelle di ceramica si posizionano su livelli di eccellenza, per quanto concerne la prevedibile durabilità di pavimenti e pareti piastrellate anche in ambienti con condizioni di esercizio molto severe.

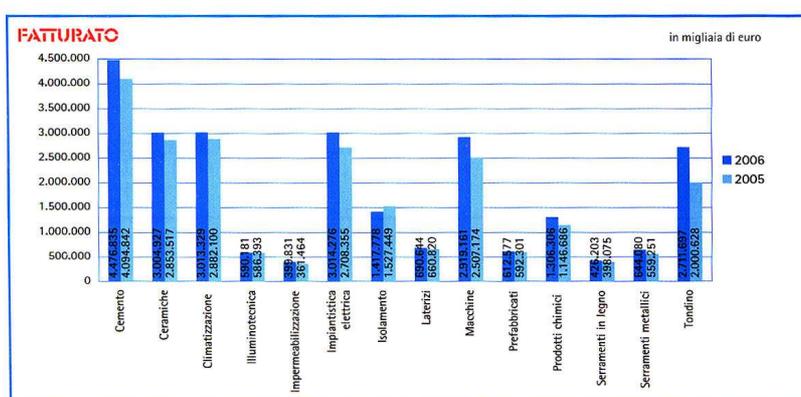
³³² Una delle possibili evoluzioni della presente ricerca potrebbe essere l'individuazione dei materiali con cui produrre la pelle esterna del pannello sandwich (c.f.r. paragrafo “Prospettive di ulteriore avanzamento della ricerca”).

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

richiesto allo stesso dal mercato. Il fatto che l'industria ceramica italiana³³³ goda di una posizione di eccellenza nel panorama mondiale³³⁴ e che trovi una sua punta di diamante in un contesto geograficamente circoscritto, noto come distretto ceramico di Sassuolo–Scandiano³³⁵, ha reso possibile individuare con facilità un partner aziendale che avesse volontà, esperienza, capacità adeguate in ricerca e sviluppo tali da supportare il progetto.

FIG. 02 Tabelle andamento comparto ceramica in Italia



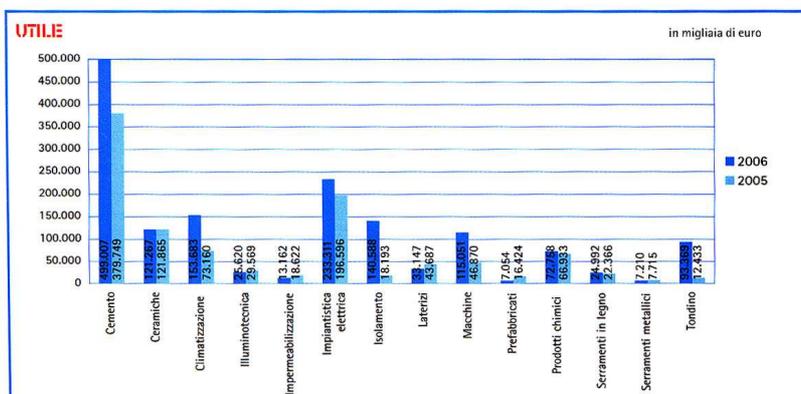
³³³ All'inizio le piastrelle venivano realizzate a mano (modellate e dipinte una ad una), ciò rendeva ciascun manufatto unico. Oggi si usano tecniche automatizzate di produzione e la mano dell'uomo non entra in gioco che al momento dell'installazione, ma la piastrella ceramica, anche quella industriale di buona qualità conserva intatte le valenze culturali accumulate in secoli di storia.

³³⁴ La produzione nazionale di piastrelle di ceramica corrisponde al 13% di quella mondiale e al 43% di quella europea. Il settore conta su 239 aziende e più di 30 mila addetti, di cui più dell' 80% è concentrato nel distretto ceramico di Sassuolo–Scandiano, che si è mosso come un tutto organico sin dagli anni settanta.

³³⁵ Il Distretto è situato in Emilia-Romagna nelle province di Modena e Reggio Emilia, dove in un'area limitata (circa 500 Km²) si registra una notevole concentrazione di insediamenti residenziali e attività industriali legate all'industria della ceramica. Questo comparto industriale è articolato e composto, oltre che dai produttori di piastrelle, anche dai fabbricanti di macchine e impianti destinati al settore, dalle aziende fornitrici di smalti e vernici, da quelle attive nell'estrazione e nella lavorazione dell'argilla, dai produttori di imballaggi ed espositori per ceramiche e, infine, dal terziario tradizionalmente connesso a ogni comparto industriale.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



	Società	Fatturato 2006	Δ % fatturato 06/05	Valore aggiunto 2006	Mon 2006	Utile 2006	Mezzi propri 2006	Posizione finanziaria netta 2006	Ros 2006	Roe 2006
1 (18)	MARAZZI GROUP	466.345	3,0	163.497	45.941	22.782	338.826	-50.036	9,9	6,7
2 (33)	FLORIM CERAMICHE	245.677	1,8	98.097	12.274	-125	80.663	-92.171	5,0	NA
3 (35)	IRIS CERAMICA	236.201	9,0	87.441	20.930	16.197	284.945	-5.317	8,8	5,7
4 (37)	COOP. CERAMICA D'IMOLA	233.126	10,6	91.552	15.051	8.530	233.696	3.460	6,5	3,7
5 (41)	CERAMICHE ATLAS CONCORDE	228.903	10,8	74.215	35.237	16.139	70.287	-10.890	15,4	23,0
6 (43)	PANARIAGROUP IND. CERAMICHE	223.157	2,1	74.769	23.470	12.352	138.913	-51.705	10,5	8,9
7 (49)	CASALGRANDE PADANA	177.316	10,1	58.262	17.596	8.900	90.522	25.660	9,9	9,8
8 (56)	CERAMICHE CAESAR	157.446	19,2	62.341	31.128	16.988	53.513	-10.081	19,8	31,7
9 (57)	EMILCERAMICA	154.964	7,2	64.104	7.975	3.978	75.107	-54.876	5,1	5,3
10 (71)	GRANITIFIANDRE	121.704	6,8	49.377	16.760	6.619	164.368	12.682	13,8	4,0
11 (75)	RILWAL CERAMICHE	118.282	-8,0	33.062	-4.180	-4.913	49.837	-11.228	NA	NA
12 (77)	GRUPPO CERAMICHE RICCHETTI	116.553	-6,8	43.043	-2.686	2.057	188.282	-100.005	NA	1,1
13 (80)	IMPRONTA ITALGRANITI	104.745	-1,6	35.733	4.542	52	44.326	-44.972	4,3	0,1
14 (94)	CERAMICHE GARDENIA ORCHIDEA	86.546	5,9	28.264	2.628	-4.494	17.011	-10.947	3,0	NA
15 (104)	MIRAGE GRANITO CERAMICO	74.947	12,8	23.514	4.864	3.667	19.885	-35.475	6,5	18,4
16 (106)	SICHENIA GRUPPO CERAMICHE	73.536	2,2	22.021	1.136	-1.585	25.184	-23.278	1,5	NA
17 (109)	CERAMICHE MARCA CORONA	67.209	4,4	21.054	6.194	3.977	34.570	-9.731	9,2	11,5
18 (113)	CERAMICHE REFIN	66.633	16,7	27.733	12.330	6.882	52.058	-2.239	18,5	13,2
19 (127)	ARIOSTEA	51.637	-3,8	21.984	6.697	3.264	22.489	1.620	13,0	14,5

Il settore ceramico, come ogni altro comparto industriale, ha la necessità di mantenersi competitivo sul mercato³³⁶ e, nel contempo, forse più di molti altri settori, deve rafforzare i legami esistenti con la comunità locale, producendo e distribuendo le proprie merci e servizi in modo ambientalmente compatibile³³⁷. Negli ultimi anni gli investimenti in ricerca e

³³⁶ La ricerca è stata determinante nel rendere le piastrelle di ceramica più competitive rispetto a molti materiali concorrenti. Tra le tappe salienti che hanno rivoluzionato la storia dei prodotti ceramici è doveroso citare: la monocottura, che a partire dagli anni '70 ha fatto guadagnare all'Italia la leadership mondiale per molto tempo incontrastata; e il grès porcellanato che dalla prima metà degli anni '80 è il fiore all'occhiello della produzione italiana.

³³⁷ Grazie all'impiego di nuove tecnologie il bilancio di sostenibilità delle produzioni è considerevolmente migliorato e oggi i produttori hanno a disposizione diversi schemi di certificazione

sviluppo (R&S)³³⁸ hanno mostrato un'incidenza compresa tra il 6 e 10 % sul fatturato complessivo, contribuendo al rafforzamento dell'apparato produttivo³³⁹. Uno dei traguardi più importanti segnati dall'industria ceramica italiana nell'ultimo decennio è riconosciuto essere rappresentato dall'innovazione tecnologica ed estetica³⁴⁰ dei grandi formati³⁴¹: la produzione di lastre (per quanto riguarda il grès porcellanato arrivano a superare ampiamente il metro di lunghezza) che «ha consentito al made in Italy di penetrare con crescente successo nel settore dell'arredo urbano e delle grandi opere pubbliche (aeroporti, metropolitane, stazioni ferroviarie e grandi centri commerciali), che costituiscono il 30% del mercato mondiale dell'edilizia».

Il partner industriale, scelto all'interno del sopracitato distretto ceramico di Sassuolo–Scandiano, è un'azienda denominata “Laminam S.p.A.” di Fiorano Modenese, che ha sviluppato, dall' «idea ispiratrice di produrre la lastra ceramica più grande e sottile mai vista prima»³⁴², un prodotto di nuova

di prodotto e di processo (in campo ambientale Ecolabel, EMAS, ISO 14000 e, in campo sociale SA8000 e AA1000) per dimostrare la correttezza delle proprie pratiche industriali.

³³⁸ Tra gli esempi di progetti e prodotti innovativi vanno annoverate le pareti ventilate, che hanno permesso un miglioramento dell'isolamento termico e una riduzione dei costi di esercizio degli edifici; i pavimenti sopraelevati, che consentono agili interventi di manutenzione e risultano particolarmente utili nelle applicazioni industriali, nell'edilizia sanitaria o nei grandi complessi direzionali; le piastrelle per ipovedenti, che hanno permesso di estendere l'accesso a edifici e infrastrutture accrescendo l'autonomia dei portatori di handicap.

³³⁹ «Per rafforzare ulteriormente questa posizione è necessario oggi indirizzare gli investimenti in R&S a favore della sostenibilità.....Per i produttori italiani è vitale mantenere alta e costante la capacità di differenziazione dell'offerta (nuovi prodotti o nuove funzionalità) e di anticipazione delle evoluzioni del gusto. La sinergia tra industria, università e centri di ricerca è in tal senso fondamentale» (da *Le piastrelle italiane verso la sostenibilità s_tiles*, Febbraio 2005)

³⁴⁰ La ricerca, in campo estetico è un fattore distintivo del made in Italy ed è unanimemente riconosciuta al contempo come motore di un'innovazione assai più estesa che, travalicando l'aspetto del prodotto, ha coinvolto i processi di produzione, l'organizzazione del lavoro e le strategie di marketing e comunicazione.

³⁴¹ Inizialmente applicato unicamente al settore residenziale, oggi il prodotto ceramico made in Italy ha varcato una nuova soglia grazie ai grandi formati. I grandi formati trovano per esempio frequente applicazione nelle facciate esterne realizzate con la tecnica delle pareti ventilate.

³⁴² Da intervista a dirigenti di Laminam SpA.

concezione chiamato Lam'SlabTM, una lastra di materiale ceramico che ha una superficie di oltre 3 mq e 3 mm di spessore.

Il prodotto è ottenuto tramite macinazione ad umido di determinate materie prime (argille di cava, rocce granitiche e metamorfiche a componente feldspatica, pigmenti ceramici calcinati); trasformazione della miscela in granulato; formatura effettuata con un metodo altamente automatizzato; sinterizzazione³⁴³ a 1200°C e rifilatura del bordo. E' impiegato in edilizia con numerose applicazioni sia in ambienti interni che esterni (per pavimenti e rivestimenti, pareti divisorie e attrezzate, controsoffitti, finiture e ripristini di superfici, pareti ventilate, rivestimenti coibentati, gallerie, metropolitane, camere bianche); nel settore dell'arredamento (per superfici per piani di bagni e cucine, armadi, tavoli, scrivanie, porte arredi in genere); nel settore navale; inoltre, come confermato dall'azienda stessa, la produzione si sta orientando verso nuove soluzioni estetiche e tecnologiche con cui caratterizzare le lastre, in particolare nella direzione dei pannelli compositi e strutturali visto che il prodotto è adatto per essere stratificato con altri materiali e tagliato poi in diversi formati con estrema precisione.

Lam'SlabTM (il cui spessore nominale è di 3 mm) ha varie versioni denominate rispettivamente: Lam'STM (il cui spessore nominale è di 3,5 mm)³⁴⁴; Lam'S²TM (il cui spessore nominale è di 7 mm)³⁴⁵; Lam'S³TM (il cui

³⁴³ «La sinterizzazione è un trattamento termico di un compatto di polveri al di sotto del punto di fusione del componente principale. Si utilizza per costruire dei "materiali", che se, sono creati con questa tecnica, acquistano delle proprietà che invece non avrebbero se fossero conformati con altre tecniche. Per fare un esempio, invece di "colare" la materia prima (ad esempio metallo o polimero) allo stato fuso (cioè liquida) in un calco, se ne può fare una "sinterizzazione", partendo da piccole particelle solide ("polveri"), che poi sono fatte "saldare" tra loro scaldandole. Le polveri aggiunte sono solitamente 3: polveri base (presenti in quantità maggiore rispetto alle altre, aumentano maggiormente le caratteristiche del prodotto finito), lubrificanti e similari (per rendere il prodotto utilizzabile per svariati usi), ed infine polveri ferrose (per aumentare le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche del prodotto finito). La temperatura raggiunta è compresa tra 0,7 e 0,9 volte la temperatura di fusione. Il procedimento consiste nella rimozione della porosità tra le particelle della polvere di partenza, combinata con la crescita delle particelle, la formazione di robusti collegamenti (colli) tra di esse, ed un ritiro dei componenti. La caratteristica di un componente realizzato per sinterizzazione è l'estrema durezza della superficie di lavoro, unita alla relativa economicità nel produrlo in serie.» <http://www.wikipedia.it>

³⁴⁴ Il prodotto è ottenuto dall'unione di una lastra Lam'SlabTM con un rinforzo strutturale di materiale inerte (stuoia in fibra di vetro applicata sul retro con collante). Lam'STM è utilizzato nel settore edile come rivestimento di pavimenti e pareti sia esterni che interni tramite incollaggio, per pareti tamponate/ventilate, nel settore dell'arredo

spessore nominale è di 11mm)³⁴⁶. La lastra generatrice di base (Lam'SlabTM) è di forma rettangolare (dalla lastra di base possono essere ottenuti x semplice taglio forme e formati diversi³⁴⁷) di dimensioni nominali 3x1m e spessore di 3mm, con un rapporto minimo area utile/spessore pari a 8×10^5 . Dall'esame delle schede del prodotto emergono alcune caratteristiche principali, quali l'elevata resistenza agli attacchi chimici³⁴⁸; la resistenza all'usura³⁴⁹; l'elevata resistenza alla flessione (presenta un elevato modulo di rottura); l'ingelività: (l'assorbimento medio di acqua è pari allo 0,1%); la reazione al fuoco³⁵⁰; la totale compatibilità con le sostanze alimentari, in quanto non rilascia elementi in soluzione e non consente l'insorgenza di muffe, batteri e funghi. Riguardo alle proprietà cromatiche, poiché il prodotto è privo di pigmenti organici, resiste ai raggi UV e i colori non subiscono alcuna alterazione, anche se sottoposti a variazioni delle condizioni climatiche. Dal punto di vista della eco-compatibilità e riciclabilità, infine, Lam'SlabTM è un prodotto totalmente naturale, infatti non cede elementi all'ambiente e può essere facilmente macinato e interamente riciclato in altri processi produttivi³⁵¹. Di seguito sono riportati in tabella le proprietà fisico-chimiche del prodotto e la norma di riferimento.

³⁴⁵ Il prodotto è un sandwich di due Lam'SlabTM con interposta stuoia di vetro applicata con collante. Lam'S²TM è utilizzato nel settore edile come rivestimento di pavimenti e pareti sia esterni che interni tramite incollaggio, come rivestimento di pavimenti interni galleggianti, nel settore dell'arredo

³⁴⁶ Il prodotto è un sandwich di tre Lam'SlabTM con doppia interposizione di stuoia in fibra di vetro applicata con collante. Lam'S³TM è utilizzato nel settore edile come rivestimento di pavimenti interni galleggianti, nel settore dell'arredo

³⁴⁷ Le dimensioni nominali dei formati Lam'SlabTM sono (mm): 1000x3000; 500x500; 500x1000; 600x1000; 1000x1000;1000x1500; 400x1000

³⁴⁸ Secondo le schede tecniche del prodotto, LAM'Slab resiste ai solventi organici, inorganici, disinfettanti e detergenti. Le caratteristiche della superficie si mantengono inalterate, l'unico prodotto in grado di attaccarlo è l'acido fluoridrico.

³⁴⁹ Secondo le schede tecniche del prodotto, LAM'Slab resiste ai graffi e all'abrasione profonda.

³⁵⁰ Lam'SlabTM non contiene materie organiche pertanto resiste al fuoco e alle alte temperature e in caso di incendio non sprigiona fumo e non emette sostanze tossiche.

³⁵¹ Caratteristica questa che consente di ipotizzare successivamente la procedura di smaltimento del pannello

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

PROPRIETA' FISICO-CHIMICHE	NORMA/METODO	LAM'Slab
dimensione	Laminam	escursione massima su lato +/- 0,5 mm
dimensione	Laminam	escursione massima sulla diagonale +/- 1,0 mm
spessore	Laminam	3 mm +/- 0,5 mm
peso	Laminam	valore medio 7 Kg/m ²
qualità della superficie (% di pezzi esenti da difetti)	ISO 10545-2	> 95%
assorbimento acqua	ISO 10545-3	valore medio 0,1% (<0,3%)
assorbimento acqua	ASTM C373	valore medio 0,1% (<0,3%)
forza di rottura in N (Camp. 200x300 mm)	ISO 10545-4*	Richiesta UNI EN 14411 non applicabile
resistenza alla flessione in N/mm ²	ISO 10545-4	valore medio 50 (campioni dimensioni 200x300 mm)
durezza scala MOHS	UNI EN 101	≥ 6
resistenza all'abrasione profonda	ISO 10545-6	≥ 175 mm ³
coefficiente di dilatazione termica lineare (10 ⁻⁶ /°C)	ISO 10545-8	6,6
resistenza agli sbalzi termici	ISO 10545-9	resiste
resistenza chimica	ISO 10545-13	nessun effetto visibile
resistenza alle macchie	ISO 10545-14	classe 5

resistenza al gelo	ISO 10545-12	resiste
resistenza all'urto tramite coeff. di restituzione	ISO 10545-5	valore medio 0,6
coefficiente d'attrito	DIN 51130	R9
coefficiente d'attrito	ASTM C-1028	$\mu > 0,6$
reazione al fuoco	EN 13501 (rev. 2005)	A1 (Decisione 96/603/CE e sue modifiche)

4.4 La sperimentazione: realizzazione del provino in laboratorio. Verifica della possibilità di evitare collanti per l'attacco di Lam'Slab™ al core in PLASMIX

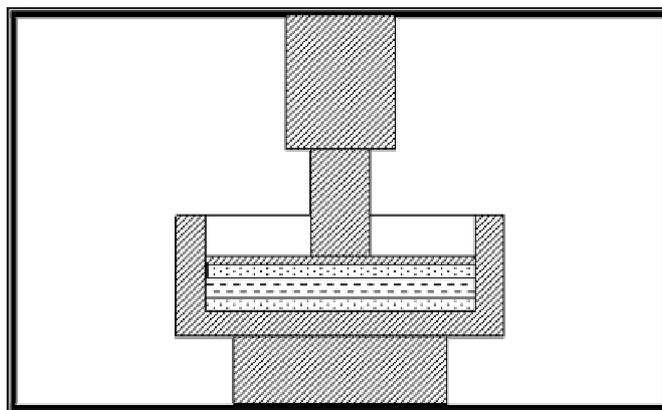
Il procedimento³⁵² ha portato alla realizzazione di un pannello, un prototipo di lato inferiore a quello di progetto³⁵³, costituito da grès porcellanato e PLASMIX, assimilabile ad una "piastra"³⁵⁴ con due facce parallele con area maggiore e quattro facce rimanenti aventi aree sensibilmente inferiori rispetto a questa. Il pannello, così conformato, è definibile come "sandwich", con due "pelli esterne" dette *facesheet* ed una parte interna detta *core*.

³⁵² La sperimentazione si è svolta nel Laboratorio di Ingegneria dei Materiali dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II", sotto la guida del Prof. Ing. Ignazio Crivelli Visconti.

³⁵³ Il pannello, una volta proceduto con l'industrializzazione del prodotto, avrà dimensioni pari a 1.000 x 3.000 x 8 – 40 mm e relativi sottoformati, così come da produzione del prodotto esistente sul mercato scelto per la sperimentazione (Lam'Slab™ di Laminam S.p.A.)

³⁵⁴ Si definisce "piastra" un elemento strutturale avente due dimensioni (lunghezza e larghezza) prevalenti rispetto alla terza (lo spessore) e la cui superficie media sia piana (lastra piana). In genere si considera piastra un elemento piano sottile il cui spessore t sia inferiore ad un ventesimo della dimensione minima l nel piano medio: $t/l < 1/20$. Il comportamento delle piastre si può suddividere, in una prima analisi, in: comportamento a flessione (si valutano le deformazioni in direzione ortogonale al piano medio, cioè lungo lo spessore); comportamento a membrana: si valutano le deformazioni nel piano medio. I due tipi di analisi possono essere utilizzati separatamente qualora il carico applicato deformi la piastra prevalentemente a flessione o a membrana. È inoltre possibile combinare le equazioni dei due tipi di analisi per ottenere un modello di piastra più completo.

La prima operazione è consistita nella frammentazione di un quantitativo³⁵⁵ di plastiche miste post-consumo, ottenute come prodotto di scarto della selezione di rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata di imballaggi plastici, in modo che avessero una dimensione massima inferiore a 3 cm³⁵⁶. Contestualmente alla frammentazione, un riferimento specifico va fatto alla "pulitura" delle plastiche miste, che porta alla asportazione di metalli e terra. Questa fase può essere eseguita sia prima che dopo quella della frammentazione: nell' ambito della sperimentazione qui descritta la pulizia è stata effettuata, all' inizio dell' esperimento, manualmente³⁵⁷ in laboratorio e ha interessato un quantitativo di PLASMIX pari a 500 g. Successivamente è stata predisposta una macchina di stampaggio, in accordo alla forma di realizzazione, così composta: un recipiente di stampaggio³⁵⁸, formato da una cavità avente una faccia aperta, le cui pareti interne definiscono la sede di stampaggio; e una parte relativamente mobile³⁵⁹ rispetto alla sede di stampaggio ed atta ad occludere la faccia aperta per comprimere la carica di plastiche miste.



schema di macchina di stampaggio utilizzata nell' esperimento

³⁵⁵ Il quantitativo a cui si fa riferimento è pari a 500 g

³⁵⁶ Le plastiche miste si presentano generalmente nella forma di fogli, scaglie, frammenti in materiali eterogenei ed aventi una pezzatura variabile fra pochi millimetri ed al più una/due decine di centimetri.

³⁵⁷ esistono setacci industriali ad hoc

³⁵⁸ la sede di stampaggio ha una forma parallelepipedica

³⁵⁹ La parte mobile comprende una piastra di stampaggio ed un cilindro atto a movimentarla.

L'esperimento è proseguito con alcune prove che hanno interessato solo le plastiche miste³⁶⁰, al fine di verificare le condizioni ottimali di temperatura e pressione che le rendessero un materiale compatto e non friabile. Si è proceduto, quindi, al riempimento³⁶¹ parziale della sede di stampaggio con la carica di plastiche miste e al riscaldamento e compressione della stessa. Il riscaldamento e la compressione delle plastiche miste sono effettuati in modo tale, e per una durata tale, che almeno parte delle plastiche miste diventano duttili, si sciolgono senza bruciare, e "legano" la restante parte così da ottenere un compattamento della carica. La suddetta fase di riscaldamento è stata effettuata tramite una sorgente di calore esterna³⁶², atta a riscaldare il recipiente di stampaggio e la parte mobile. Nella sperimentazione in esame la sorgente di calore è rappresentata da un forno munito di una camera interna adatta ad ospitare la macchina di stampaggio.

³⁶⁰ La prima serie di esperimenti hanno interessato solo le plastiche miste. E' stato predisposto uno stampo nella forma di un contenitore metallico (in acciaio) scatolare avente una sede di stampaggio con base interna avente area 8cm x 8cm, è stato riempita la sede di stampaggio con una carica di circa 500g di plastiche miste, frammentate come sopra descritto. Lo stampo è stato chiuso con un tappo metallico quadrangolare poggiante sulla carica di plastiche miste e libero di scorrere rispetto al contenitore ed è stata applicata al tappo una forza peso di 5 Kg. Il tutto è stato disposto per un'ora in un forno, impostando una temperatura di 180°C, ed impostando un grado di vuoto pari a 0,08 bar. Dopo il raffreddamento si è ottenuto uno strato compatto e non friabile avente uno spessore pari a circa 5mm.

³⁶¹ In un contesto di produzione industriale, la fase di riempimento è effettuata in modo automatico, ad esempio tramite una tramoggia eventualmente associata ad un nastro trasportatore.

³⁶² In una possibile variante realizzativa, la fase di riscaldamento può essere effettuata tramite una sorgente di calore prevista nelle pareti del recipiente di stampaggio e/o nella parte mobile. Ad esempio, tale sorgente di calore può comprendere una o più termo-resistenze ospitate nello spessore delle pareti del recipiente di stampaggio e/o della parte mobile.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



Forno dove è stato effettuato il riscaldamento

La fase di compressione è stata effettuata praticando all'interno della sede di stampaggio un vuoto parziale³⁶³, corrispondente ad una pressione compresa fra 0,05 bar e 0,6 bar. In questa fase la carica di plastiche miste è stata portata ad una temperatura compresa fra 170°C e 260°C e preferibilmente ad una temperatura compresa fra 210°C e 255°C. Il riscaldamento e la compressione è stata effettuata per un tempo all'incirca compreso fra 0,5 ore e 2,5 ore e più preferibilmente all'incirca compreso fra 1 e 2 ore. L'esperimento è proseguito con il raffreddamento³⁶⁴ della carica di plastiche miste e con l'estrazione del provino dalla macchina di stampaggio. L'ipotesi iniziale di ottenere dalle plastiche miste un materiale nella forma di un corpo solido e compatto, che potesse eventualmente costituire il *core* del pannello in progetto, è stata così raggiunta, inoltre la compattazione sopra descritta è tale da poter essere effettuata senza l'aggiunta di alcun legante, quale ad esempio resine, colle, etc. o qualsiasi altra sostanza estranea alla plastiche miste così come ottenute come prodotto di scarto del processo di riciclaggio della plastica da imballaggi.

³⁶³ In questo caso la macchina di stampaggio comprende una pompa a vuoto.

³⁶⁴ Il raffreddamento può avvenire in maniera naturale o artificiale.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



Immagine del provino

Immagine di alcune prove sul *core* del pannello

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

P ₁	T = 180°C	t = 2 h	P = 5 Kg	p = 0,05 bar
Prova effettuata su provino 10x10 cm				
P ₂	T = 220°C	t = 2 h	P = 30 Kg	p = 0,3 bar
Prova effettuata su provino 10x10 cm				
P ₃	T = 220°C	t = 2 h	P = 30 Kg	p = variabile
Prova effettuata su provino 10x10 cm				
Note : il provino sbordava per la differenza di fusione dei materiali				
P ₄	T ₀ = 100°C	t = 2 h	P = 30 Kg	p = variabile
	T ₁ = 230 °C			p = variabile
Prova effettuata su provino 8x8 cm				
Note : il provino sbordava e si sono formati residui di terra verso il centro				
P ₅	T ₂ = 180°C	t = 1 h	P = 5 Kg	p = 0,08 bar
	T ₃ = 200 °C	t = 1 h	P = 5 Kg	
Prova effettuata su provino 8x8 cm				

Tabella³⁶⁵ riassuntiva della prima serie di prove che hanno interessato le sole plastiche miste³⁶⁶

Il successivo passo della sperimentazione ha avuto come obiettivo l' adesione del *core* con lo strato di materiale ceramico. Fin dall'inizio le prove sono state effettuate senza l'ausilio di collanti al fine di vagliare la possibilità di un'eventuale adesione meccanica e comunque di studiare la conformazione ottimale della superficie di interfaccia ceramica-*core* di plastiche miste. E' stato così predisposto un nuovo ciclo sperimentale³⁶⁷ ed

³⁶⁵ Legenda: T = temperatura (°C); t = tempo (h = ora); p = pressione (bar); P = peso costante (Kg); T₀ = T iniziale alle ore 8.30; T₁ = T alle ore 9.00; T₂ = T alle ore 10.00 ; T₃ = T alle ore 11.00.

³⁶⁶ A seguito di numerose prove effettuate ciascuna con differenti valori di Temperatura (T da 150 °C a 240 °C) e Pressione (P da 0,05 a 1 bar), è stato raggiunto l'obiettivo di compattare le plastiche miste senza apportare resina né altro materiale. Si è pervenuti, quindi, alla formazione di un provino di *core* quadrato (lato: da 5 a 10 cm; spessore: da 3 a 6 mm)

³⁶⁷ La seconda serie di esperimenti hanno interessato la conformazione del "sandwich". E' stato predisposto uno stampo nella forma di un contenitore metallico (in acciaio) scatolare avente una sede di stampaggio con base interna avente area 8cm x 8cm. Sul fondo della sede di stampaggio è stata disposta una mattonella in grès porcellanato avente un'area di poco inferiore a 8cm x 8cm ed uno spessore pari a 3 mm. Successivamente è stata riempita la sede di stampaggio con una carica di circa 500g di plastiche miste, frammentate come sopra descritto (dimensione massima non superiore a 2/3 cm). Lo stampo è stato chiuso con un tappo metallico quadrangolare poggiante sulla carica di plastiche miste e libero di scorrere rispetto al contenitore ed è stata applicata al tappo una forza peso di 30 Kg. Il tutto è stato disposto per due ore in un forno, impostando una temperatura di 250°C, ed impostando un

effettuate la fase di frammentazione e pulizia del quantitativo di plastiche miste. Successivamente si è proceduto con la disposizione, all'interno della sede di stampaggio, prima dell'inserimento della carica di plastiche miste, di un substrato piastriforme di natura ceramica, destinato a costituire una faccia del componente edilizio³⁶⁸.

La successiva fase di riscaldamento e compressione ha confermato l'ipotesi iniziale di adesione delle plastiche miste al substrato ceramico, senza l'aggiunta di collanti, quali ad esempio resine.

Disponendo all'interno della sede di stampaggio due substrati piastriformi, rispettivamente prima e dopo l'inserimento della carica di plastiche miste e prima della fase di riscaldamento e compressione, è stato verificato essere possibile ottenere un componente edilizio multistrato con struttura a sandwich in cui lo strato di plastiche miste legate e compattate è interposto fra i due substrati opposti ed è a questi stabilmente accoppiato e solidale.

Per quanto riguarda la scelta del materiale per il substrato piastriforme, è possibile prevedere che sia realizzato, oltre che in ceramica, anche in altri materiali, come il metallo (ad esempio l'alluminio).

Nella sperimentazione in oggetto, il substrato piastriforme è una lastra in grès porcellanato, che ha uno spessore di circa 3mm. Una lastra del tipo suddetto è attualmente commercializzata, come precedentemente detto, con il marchio Lam'Slab™ ed è prodotta dalla Laminam SPA, anche in grandi formati (ad esempio con un'area di 3mq).

P ₆	T = 220°C	t = 2 h	P = 5 Kg	p = 0,08 bar
Prova effettuata su provino 8x8 cm				
Note : la prova è stata effettuata su mattonella in ceramica 20x20 cm				
P ₇	T = 220°C	t = 2 h	P = 5 Kg	p = 0,08 bar
Prova effettuata su provino 8x8 cm				

grado di vuoto pari a 0,46 bar. Dopo il raffreddamento si è ottenuto un componente multistrato con uno strato compatto e non friabile di plastiche miste avente uno spessore pari a circa 5mm e direttamente e stabilmente accoppiato alla mattonella in gres porcellanato. In particolare l'accoppiamento è stato ottenuto senza l'aggiunta di collanti o di interposti strati adesivi.

³⁶⁸ L'obiettivo dell'esperimento è, infatti, quello di ottenere, alla fine del procedimento, un componente comprendente un substrato piastriforme di natura ceramica, uno strato di plastiche miste legate e compattate fra loro, solidale e stabilmente accoppiato al substrato piastriforme, e un ulteriore strato ceramico a chiudere quello che si viene così a conformare come un "pannello sandwich".

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Note : la prova è stata effettuata su mattonella in ceramica 20x20 cm				
P ₈	T = 220°C	t = 2 h	P = 30 Kg	p = 0,46 bar
Prova effettuata su provino 8x8 cm				
Note : alcuni tipi di materiali non fondevano				
P ₉	T = 250°C	t = 2 h	P = 30 Kg	p = 0,46 bar
Prova effettuata su provino 8x8 cm				
Note : la prova è stata effettuata su mattonella in grès porcellanato 20x20 cm				

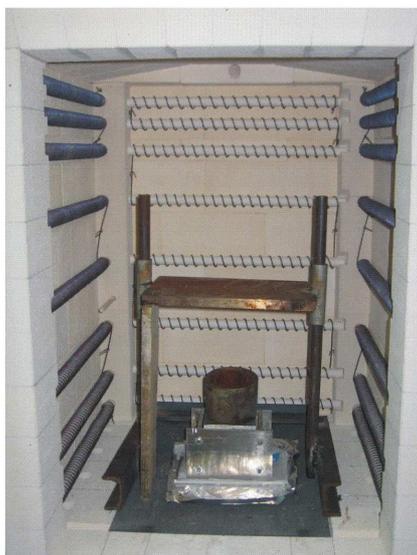
Tabella³⁶⁹ riassuntiva della seconda serie di prove che hanno interessato la problematica dell' adesione tra ceramica e core di plastiche miste

³⁶⁹ Legenda: T = temperatura (°C); t = tempo (h = ora); p = pressione (bar); P = peso costante (Kg); T₀ = T iniziale alle ore 8.30; T₁ = T alle ore 9.00; T₂ = T alle ore 10.00 ; T₃ = T alle ore 11.00.

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

La sperimentazione si è svolta nel Laboratorio di Ingegneria dei Materiali dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II", sotto la guida del Prof. Ing. Ignazio Crivelli Visconti



ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



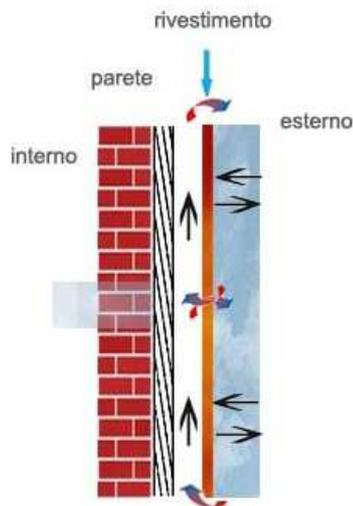
Immagini della seconda fase dell' esperimento e del provino finale



CAP. 5 UN' APPLICAZIONE DEL PANNELLO SANDWICH DI PROGETTO: IPOTESI DI UN NUOVO SISTEMA DI FACCIATA VENTILATA

5.1 La facciata ventilata come possibile applicazione del pannello di progetto: definizione delle caratteristiche principali del nuovo sistema

Con l'espressione "facciata ventilata"³⁷⁰ si indicano tutti i dispositivi di rivestimento degli edifici, messi in opera a secco, dietro ai quali è ricavata un'intercapedine d'aria che ha lo scopo di interrompere la continuità fisica con gli strati di parete retrostante e consentire una circolazione d'aria al suo interno, utilizzando i naturali moti ascensionali dell'aria. Più precisamente questo sistema è caratterizzato da uno strato isolante fissato sulla struttura portante e da uno strato di rivestimento (il paramento esterno) applicato all'edificio tramite apposite staffe e sistemi di ancoraggio: tra lo strato isolante e quello di rivestimento, si viene a creare un' intercapedine d'aria che, se correttamente progettata, favorisce un' efficace ventilazione naturale.



Schema di funzionamento di una facciata ventilata

370 In altri termini, l'espressione "facciata ventilata" individua un involucro opaco ventilato il cui isolamento termico dinamico è garantito dai flussi ascendenti estivi e dalla presenza della camera "buffer" invernale. Le facciate ventilate sono disciplinate dalla normativa UNI 1101.

La facciata ventilata o parete ventilata rappresenta una soluzione tecnica sempre più praticata, visti i suoi vantaggi³⁷¹ termici ed acustici, sia nelle nuove costruzioni che nelle ristrutturazioni di edifici esistenti, soprattutto in caso di edifici che si sviluppano in altezza, isolati o fortemente esposti. Questo sistema rende possibile la protezione della struttura primaria di un edificio contro l'azione del vento, del sole e della pioggia³⁷², annullando gli effetti d'acqua battente sulla parete e mantenendo asciutta la struttura sottostante.

La "parete ventilata" rientra nel novero delle "facciate continue" e "sistemi o rivestimenti di facciata", che rappresentano una parte del comparto dell'"involucro edilizio"³⁷³.

³⁷¹ Tra i documentati vantaggi della facciata ventilata vanno annoverati, oltre ad un innegabile elevato impatto estetico / architettonico e ad un forte contributo al comfort ambientale dell'edificio: l'eliminazione dei rischi di fessurazione nel rivestimento dell'edificio; la protezione della struttura muraria dall'azione diretta degli agenti atmosferici; l'eliminazione del rischio di distacco della parete per scollamento; l'eliminazione dei ponti termici e conseguente risparmio energetico; l'eliminazione della condensa superficiale; un'alta resistenza meccanica; una grande durabilità (un requisito che indica il comportamento nel tempo dei componenti edilizi ed è definito dalla norma UNI 11156); un'efficienza nel tempo dell'isolante; una facile manutenzione e facilità di posa in opera, nonché la creazione di un vano tecnico per l'alloggiamento di impianti e canalizzazioni.

³⁷² L'acqua piovana ed il ghiaccio sono tra le cause principali di degrado degli edifici, altre volte le cause sono i gas presenti nell'aria e l'azione battente del vento.

³⁷³ Pur non ignorando le recentissime previsioni congiunturali macro-economiche, che lasciano presagire, nei paesi OCSE, possibili scenari recessivi che non potranno non coinvolgere il comparto dell'edilizia e quello dell'involucro, è comunque corretto affermare che il mercato dell' involucro edilizio in Italia cresce e risponde ad una domanda sempre più orientata alla qualità e all'innovazione, in particolare avrà un ulteriore sviluppo grazie: alle detrazioni fiscali che la normativa prevede per le soluzioni costruttive che privilegiano l'alto rendimento energetico degli edifici; all'affermarsi di una cultura architettonica che trova nell'offerta dell'involucro edilizio soluzioni che coniugano ecosostenibilità a rinnovo urbanistico delle metropoli; al consolidamento di strategie d'impresa improntate all'internazionalizzazione e all'innovazione di prodotto.

Il mercato italiano dell'involucro edilizio 2001-2007

	Serramenti metallici	Facciate continue	Involucro edilizio
2001	1.600	362	1.962
2002	1.760	382	2.142
2003	1.840	420	2.260
2004	1.875	453	2.328
2005	1.987	490	2.477
2006	2.028	516	2.544
2007	2.200	550	2.750

espresso in milioni di euro

L'UNCSAAL³⁷⁴ stima che nel 2007, in Italia, siano state complessivamente realizzate facciate continue per un totale complessivo di 550 milioni di euro con un aumento di poco superiore al 7% del fatturato sul già positivo andamento del 2006³⁷⁵.

	FACCIAE CONTINUE	INVOLUCRO EDILIZIO
FATTURATO NELL'ANNO 2007	550 milioni di euro	2.750 milioni di euro

Questo risultato è stato determinato principalmente da due fattori: lo start-up dei grandi interventi urbanistici nelle aree metropolitane, la diffusione, già registrata da alcuni anni, di interventi medio-piccoli di involucro destinati a centri commerciali, showroom, edifici direzionali³⁷⁶.

³⁷⁴ UNCSAAL, Unione Nazionale Costruttori Serramenti Alluminio Acciaio Leghe, è l'Associazione confindustriale delle imprese italiane del comparto dell'involucro edilizio. Associa le migliori realtà industriali dell'intera filiera produttiva, dagli estrusori ai produttori di accessori e di componenti per l'isolamento e la tenuta, dai costruttori di serramenti metallici, serramenti in alluminio-legno e facciate continue ai posatori e agli studi professionali impegnati nella progettazione e nella gestione dell'involucro edilizio. Ogni anno, rilascia "Il mercato dell'involucro edilizio in Italia, serramenti e facciate continue" una relazione sintetica degli andamenti e delle tendenze del mercato dell'anno e degli scenari che caratterizzeranno l'immediato futuro del comparto.

³⁷⁵ Valore del comparto italiano delle facciate continue 2007: 550 milioni di euro, crescita del comparto rispetto al 2006: 7,4%. Valore complessivo del comparto italiano dell'involucro edilizio: 2.750 milioni di euro, crescita rispetto al 2006: 8,1 %. *Il mercato dell'involucro edilizio in Italia - Serramenti e facciate continue 2007 - scenari 2008* relazione redatta dalla Commissione Studi Economici della UNCSAAL - Un. Naz. Costruttori Serramenti Alluminio Acciaio Leghe.

³⁷⁶ Secondo i dati del settore, è corretto affermare che sia il 2007, sia il 2008 sono stati anni determinati da una ulteriore divisione del mercato delle facciate continue fra aziende di grandi dimensioni orientate al global-market e ai grandi interventi di riqualificazione urbanistica [in Italia, in Europa, nel Medio e

Facciate continue prodotte 2001-2007

	Totale Facciate Continue
2001	352
2002	382
2003	420
2004	453
2005	490
2006	516
2007	550

espresso in milioni di euro

Con riferimento allo sviluppo crescente di questo tipo di soluzione tecnica costruttiva sono poi da segnalare i processi di rinnovamento strategico delle aziende nel comparto edilizio, quali la sempre più incisiva industrializzazione della produzione, distribuzione e commercializzazione dei prodotti, le sempre più presenti joint-venture fra aziende e l'affermazione di industrie produttrici o distributrici di serramenti multi-materiale orientate a offrire al mercato le più disparate soluzioni qualitative e di prezzo.

La volontà di declinare il pannello sandwich in progetto all'interno di un sistema di facciata ventilata ha condotto alla progettazione di una soluzione tecnica che presentasse e ottimizzasse tutti i vantaggi dello schema costruttivo in questione, nonché fornisse alcuni miglioramenti ricavabili da soluzioni originali. Il sistema progettato risulta essere estremamente versatile in quanto permette di comporre liberamente la tessitura del rivestimento esterno utilizzando i vari formati di pannelli sandwich previsti: i formati sono 7 e riproducono una produzione industriale già esistente, relativa al prodotto Lam'SlabTM utilizzato per conformare il pannello, al fine di ridurre i costi e facilitare le verifiche prestazionali³⁷⁷. In particolare, a differenza dei sistemi di facciata ventilata presenti attualmente sul mercato, quello di progetto permette di conformare "liberamente" il paramento esterno, come se fosse un "puzzle", scegliendo tra elementi che non si differenziano solo in base alla loro posizione rispetto all'edificio³⁷⁸ (elemento angolare, elemento adiacente

nell'Estremo Oriente] e aziende di medie dimensioni che, abbandonata la produzione di serramenti, hanno orientato il proprio core-business sulla produzione di piccoli e medi involucri edilizi.

³⁷⁷ cfr. paragrafo successivo

³⁷⁸ Per la maggior parte dei sistemi sul mercato esiste una singola unità di rivestimento, una sorta di "modulo-pannello" e le declinazioni dello stesso dipendono dalla posizione sul prospetto dell'edificio.

ad apertura del prospetto, elemento frangisole, elemento standard di facciata etc.): ciò è reso possibile dalla ricercata caratteristica di rendere quanto più possibile "indipendenti" tra loro il paramento esterno e la sottostruttura in metallo. Questo obiettivo ha portato a prediligere, sia nel giunto pannello-sottostruttura che all'interno della sottostruttura stessa, sistemi di connessione e ancoraggio che non prevedessero, per quanto possibile, forature e si basassero unicamente su incastri e appoggi³⁷⁹, nonché a progettare la sottostruttura in maniera tale da rendere possibile un'interfaccia non univocamente definita con gli elementi del paramento esterno. Un'ulteriore caratteristica del sistema è il fatto di poter montare pannelli di medio/grande formato con un ancoraggio completamente invisibile all'esterno.

Nella progettazione del sistema ha avuto un ruolo di primo piano il paradigma della reversibilità, che garantisce il montaggio-assemblaggio, nonché, in caso di manutenzione sia ordinaria che straordinaria, la manutenzione e sostituibilità di ogni singolo elemento. La possibilità di intervenire su ogni singolo pannello, senza alterarne le relazioni con le unità vicine, grazie al principio che ne regola l'ancoraggio al supporto retrostante, rende semplici le operazioni in caso di sostituzione di parti ammalorate o danneggiate o in caso di necessità di ispezione della camera d'aria, in particolare il pannello viene facilmente sbloccato e allontanato dalla parete retrostante per eseguire le operazioni del caso. Il sistema di supporto, cercando di salvaguardare le suddette esigenze di semplicità di montaggio o sostituzioni delle parti e l'integrità degli elementi, è stato progettato con profili industriali facilmente producibili industrialmente, riducendo al minimo le connessioni meccaniche da registrare³⁸⁰ e, nel complesso le operazioni di assemblaggio. In particolare si è scelto di partire da un sistema in commercio³⁸¹ che presentava una soluzione di aggancio tra montanti e traversi che non prevedeva saldature o bullonature, per poi modificarlo soprattutto nel giunto di connessione dei pannelli alla sottostruttura, fino a pervenire ad un sistema innovativo.

³⁷⁹ C.f.r. paragrafo "La struttura di supporto e la progettazione dei giunti tra struttura e rivestimento"

³⁸⁰ Messa a piombo e planarità della superficie del rivestimento sono demandate alla fase di montaggio in cantiere.

³⁸¹ Il "sistema Terra" prodotto dalla Dalleria s.r.l.

L'intera facciata è suddivisa in canali verticali di profondità pari a circa 14 cm e altezza non superiore a 12 m. I camini ventilati sono liberi da ostacoli o ingombri e protetti alle estremità superiori ed inferiori da griglie o reti che impediscono ad insetti, o piccoli oggetti, di entrare. L'uscita standard della struttura, calcolata in mezzera del pannello sandwich, varia da 144 a 160 mm³⁸² con una regolazione standard di ± 25 mm. Lo spessore standard dei pannelli sandwich di rivestimento, previsto per questo tipo di sistema, è compreso da 8 a 40 mm.

5.2 Il rivestimento e il dimensionamento degli elementi del paramento esterno

Il dimensionamento degli elementi di rivestimento è stato regolato dalla scelta di utilizzare i pannelli sandwich di progetto (realizzati con la lastra Lam'Slab, prodotta da Laminam SpA, oltre che con il PLASMIX) e di rendere il sistema quanto più possibile versatile, ottimizzando, nel contempo, i costi.

Per questo motivo si è scelto, innanzitutto, di ampliare quanto più possibile la gamma dei formati. I suddetti formati di progetto sono 7 ($F_1 = 1.000 \times 3.000 \times 8 - 40$ mm, $F_2 = 1.000 \times 1.500 \times 8 - 40$ mm, $F_3 = 1.000 \times 1.000 \times 8 - 40$ mm, $F_4 = 1.000 \times 500 \times 8 - 40$ mm, $F_5 = 500 \times 500 \times 8 - 40$ mm, $F_6 = 1.000 \times 400 \times 8 - 40$ mm, $F_7 = 1.000 \times 600 \times 8 - 40$ mm) e riprendono volutamente le dimensioni della lastra Lam'Slab, prodotta da Laminam SpA, così da riagganciarsi ad una produzione già collaudata ed evitare costi aggiuntivi, oltre che avere già dei riferimenti circa il quadro prestazionale richiesto dal mercato.

$F_1 = 1.000 \times 3.000 \times 8 - 40$ mm	
$F_2 = 1.000 \times 1.500 \times 8 - 40$ mm	$F_5 = 500 \times 500 \times 8 - 40$ mm
$F_3 = 1.000 \times 1.000 \times 8 - 40$ mm	$F_6 = 1.000 \times 400 \times 8 - 40$ mm
$F_4 = 1.000 \times 500 \times 8 - 40$ mm	$F_7 = 1.000 \times 600 \times 8 - 40$ mm

Quadro riassuntivo dei vari formati del pannello sandwich, concepiti all'interno del sistema di parete ventilata di progetto

³⁸² Questa posizione corrisponde rispettivamente a pannelli sandwich di spessore da 8 a 40 mm.

La facciata assemblata secondo il sistema di progetto, caratterizzata dall' omogeneità di materiale e continuità del paramento, presenta una trama definita da una partitura che disegna sul prospetto, progettato secondo la scelta tra le varie combinazioni possibili dei suddetti formati, leggere linee d'ombra orizzontali distanti 1 m (rappresentate dalle fughe orizzontali concepite di 8 mm) e una scansione verticale, ad un passo di circa 3 m, di fughe verticali che variano da 8 a 20 mm a seconda della combinazione di formati che si assembla. La distanza tra il paramento di chiusura del fabbricato e il filo interno della parete di rivestimento è pari a circa 14 cm.

Un'ulteriore caratteristica che distingue il sistema di progetto da quelli attualmente in commercio è rappresentata dal fatto che esso non richiede la presenza di alcuna fresatura³⁸³ sui bordi del pannello del paramento esterno. Inoltre un qualsiasi elemento può essere tolto senza dover spostare gli elementi adiacenti.

5.3 La struttura di supporto e la progettazione della sua interfaccia con il paramento esterno

Uno dei primi nodi critici che si presentano in fase di progettazione è rappresentato dall' interfaccia tra la struttura di supporto e la muratura retrostante. Il progetto risolve questa problematica con ancoraggi puntuali, che permettono di seguire meglio le eventuali irregolarità della facciata³⁸⁴ e di controllare le tolleranze: in particolare i montanti sono collegati alla muratura retrostante tramite delle staffe.

La struttura portante, in profilato di alluminio estruso lega 6060 T5, comprende:

1) un profilo verticale (del tipo "CV1m_a" posizionato secondo il passo a progetto $A_1 = 3.022$ mm, e del tipo "CV1m" posizionato secondo il passo a progetto $A_2 = 1.007$ mm) lungo 1.280 mm, sagomato in modo tale da avere funzione di distanziatore (realizzazione di intercapedine di 140 mm) e fughe verticali variabili, da un minimo di 8 mm ad un massimo di 20 mm, a seconda di quale tra le possibili composizioni dei vari formati si sceglie;

³⁸³ La fresatura, solitamente, viene effettuata per consentire l'alloggiamento del pannello sul profilo della sottostruttura.

³⁸⁴ Eventuali irregolarità o problemi di fuori piombo delle superfici possono essere risolti mediante le regolazioni previste sui montanti e sulle staffe

2) staffe di ancoraggio che fissano il profilo verticale di cui sopra alla parete muraria retrostante; le staffe, realizzate in alluminio lega 6060 T5, dotate di asole per la regolazione e compatibili con la struttura portante, sono fissate mediante l'utilizzo di bulloneria in acciaio inox aisi 304 (bullone, dado, rondella maggiorata e rondella grover), i tasselli di ancoraggio delle staffe al supporto murario sono del tipo meccanici o chimici in acciaio inox;

3) un profilo orizzontale, lungo 1.500 mm, posizionato in corrispondenza della fuga orizzontale dei pannelli sandwich e in mezzzeria degli stessi, avente funzione di supporto del rivestimento esterno; tali profili sono fissati tra loro con apposite piastre in acciaio inox aisi 304, che ne consentono la dilatazione termica.

Il profilo verticale "CV1m" è sagomato in modo da accogliere senza forature i seguenti accessori:

- 1) le staffe di fissaggio a muro avvitate con bulloneria inossidabile, a passo come da progetto;
- 2) due ganci "CD4c" per il supporto e la ritenuta del profilo "Ax_1" e le relative molle di fissaggio "V7", da inserire con apposito attrezzo nell'apposita scanalatura del montante stesso;
- 3) le molle di sostegno del pannello isolante, quando necessario, inserite a scatto;

Il profilo orizzontale " Ax_1" è sagomato in modo da accogliere senza forature:

- 1) i ganci di progetto, di ritenuta dei pannelli sandwich, tipo "T2m_a" (f) (di ritenuta mediana ed inferiore del pannello) e tipo "T2m_b" (g) (di ritenuta superiore del pannello) inseriti a scatto nel profilo (per il tipo "T2m_a") o agganciati ad esso (per il tipo "T2m_b").

Gli elementi che compongono la struttura intelaiata³⁸⁵ adottata per il sottosistema portante, sono i seguenti³⁸⁶:

³⁸⁵ La struttura, che consente ogni tipo di regolazione, è in grado di contrastare l' azione del vento e permette la dilatazione termica dei vari componenti.

³⁸⁶ I materiali utilizzati, quali, estrusi di alluminio, staffe a muro, molle e ganci in acciaio inox e molle in acciaio per sostegno pannello isolante, dovranno essere prodotti da aziende certificate ISO 9002.

Ancoraggi
(a) staffe di supporto standard "A12" e "B12" ricavate da estruso in alluminio EN 6060 T5;
Orditura principale
(b) profilo estruso "CV1m" in alluminio lega EN 6060 T5 (cfr sistema "Terra" della Dalleria s.r.l.);
(b ₁) profilo estruso di progetto, chiamato "CV1m_a", in alluminio lega EN 6060 T5, da collocare in corrispondenza delle fughe verticali;
Orditura secondaria
(c) profilo estruso di progetto, chiamato "Ax_1", in alluminio lega EN 6060 T5;
(d) ganci di supporto del profilo estruso (c), tipo "CD4c" in acciaio inossidabile EN 14310 (AISI 301) (cfr sistema "Terra" della Dalleria s.r.l.);
(e) molle di fissaggio dei ganci "CD4c" al profilo di cui alla voce (c), tipo "V7" in acciaio inossidabile EN 14310 (AISI 301) trattato (cfr sistema "Terra" della Dalleria s.r.l.);
Giunti di connessione e sostegno
(f) gancio di progetto per la ritenuta dei pannelli, tipo "T2m_a" in acciaio inossidabile EN 14310 (AISI 301);
(g) gancio di progetto per la ritenuta dei pannelli, tipo "T2m_b" in acciaio inossidabile EN 14310 (AISI 301);
(h) viteria di fissaggio del profilo "CV1m" alle staffe, inossidabile classe A2;
(i) tasselli di ancoraggio delle staffe al supporto murario, meccanici o a resina chimica secondo necessità;
(l) guarnizione a nastro in neoprene per la solidarizzazione delle lastre rispetto ai ganci e al profilo, di diverso spessore secondo necessità;
(m) molle "Lana" in acciaio inossidabile temperato e rinvenuto, per il supporto dei pannelli di coibentazione applicati alla muratura, quando richiesto .

Il sistema prevede il montaggio del profilo verticale (del tipo "CV1m_a" posizionato secondo il passo a progetto $A_1 = 3.022$ mm, e del tipo "CV1m" posizionato secondo il passo a progetto $A_2 = 1.007$ mm) e del profilo orizzontale di alluminio "Ax_1", posato a correre in corrispondenza della mezzeria dei pannelli e delle fughe orizzontali tra gli stessi. Il sistema di supporto del rivestimento esterno è realizzato mediante l' inserimento, nella parte superiore del profilo orizzontale, del gancio di progetto (f) tipo "T2m_a" (che funziona come una "molla" inserita ad incastro nel profilo

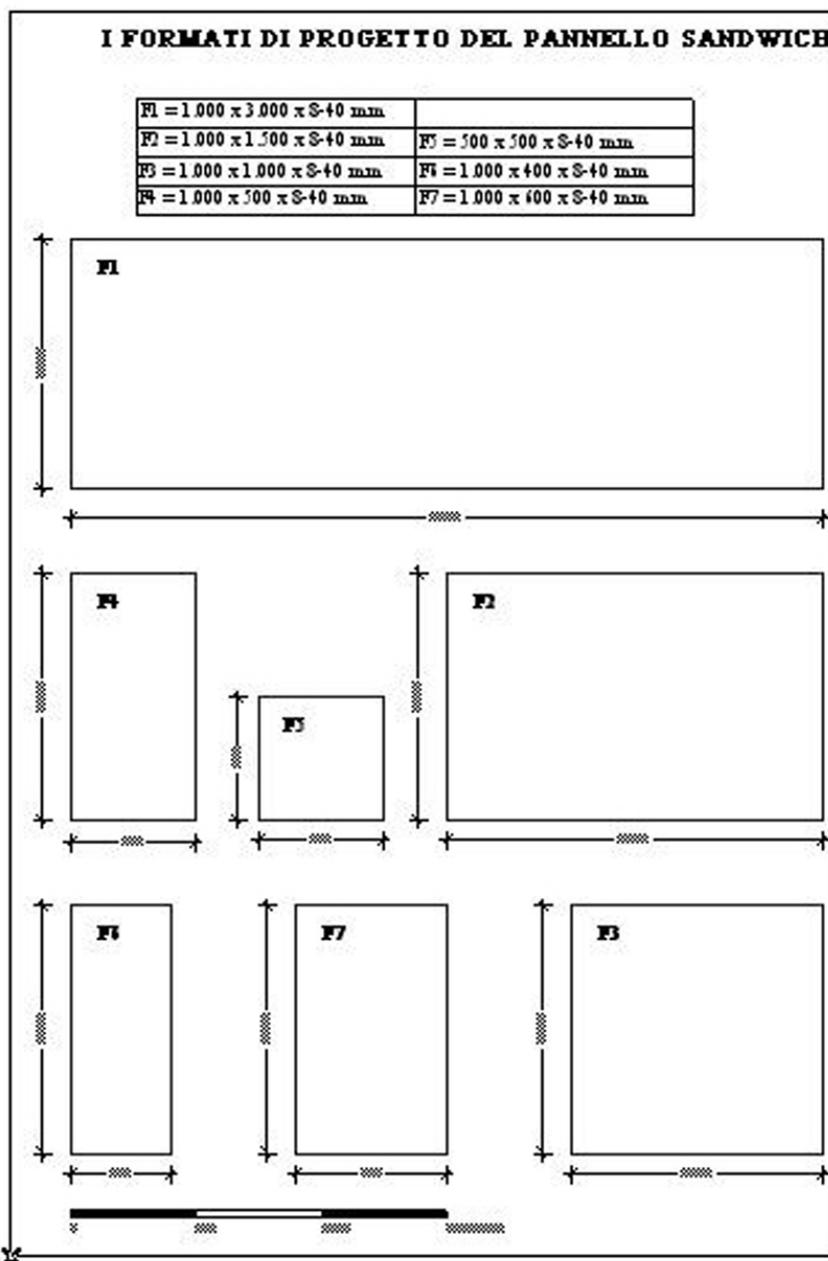
ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

stesso), posizionato nella parte di mezzeria ed inferiore del pannello, e successivamente con l' inserimento (e conseguente bloccaggio del pannello) nell'apposito foro, sulla parte inferiore del profilo orizzontale, del gancio di progetto (g) tipo "T2m_b" (che funziona come una "graffa"), posizionato nella parte superiore del pannello stesso. I ganci tipo "T2m_a" e tipo "T2m_b" sono sagomati in modo tale da potere essere fissati ad incastro, senza forare la struttura stessa. Una volta posata la struttura di montanti e trasversi, ogni pannello può essere montato e/o smontato autonomamente rispetto a tutti gli altri.

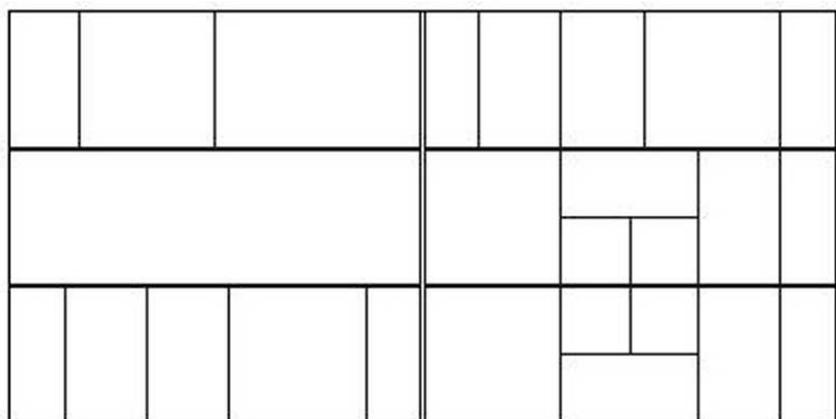
ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

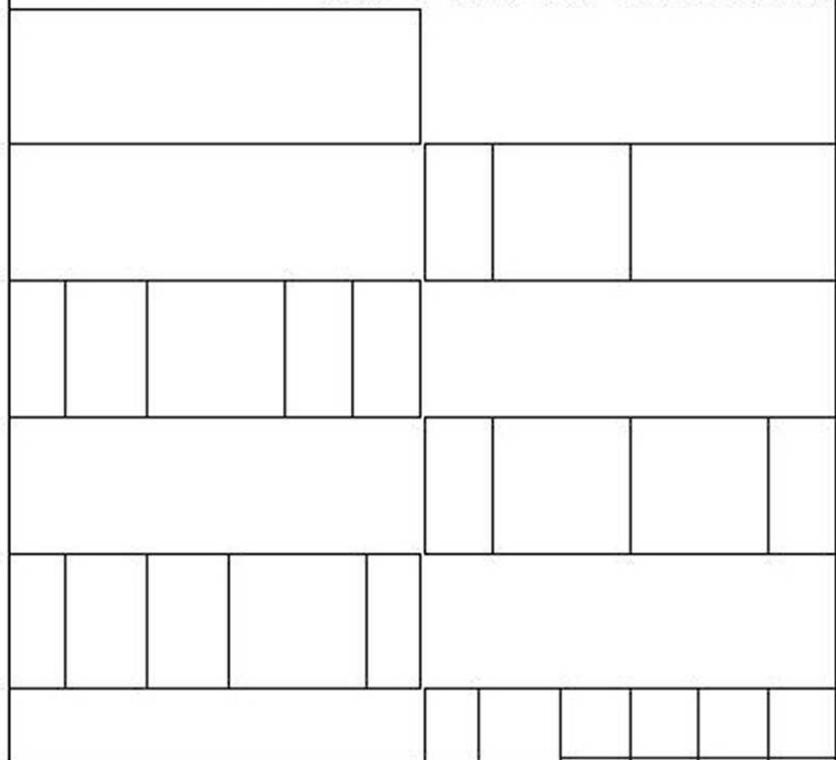


ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

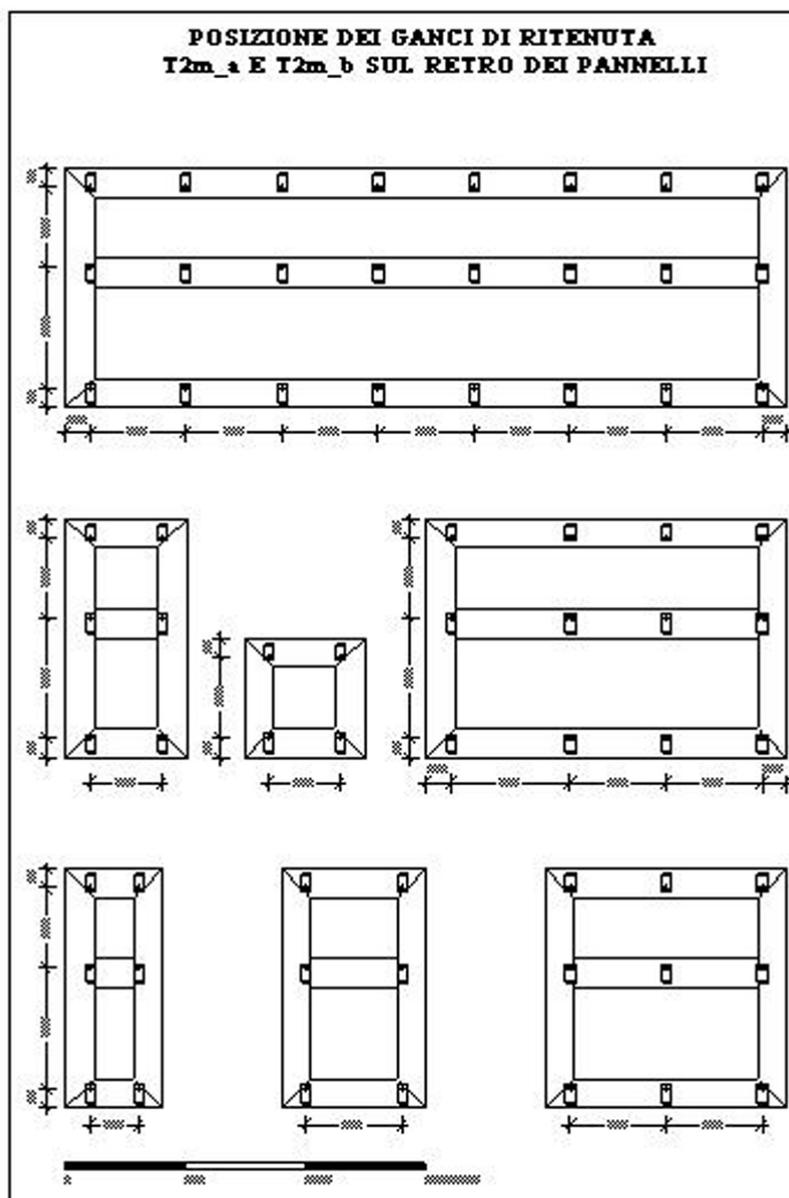


POSSIBILI COMBINAZIONI DEI FORMATI



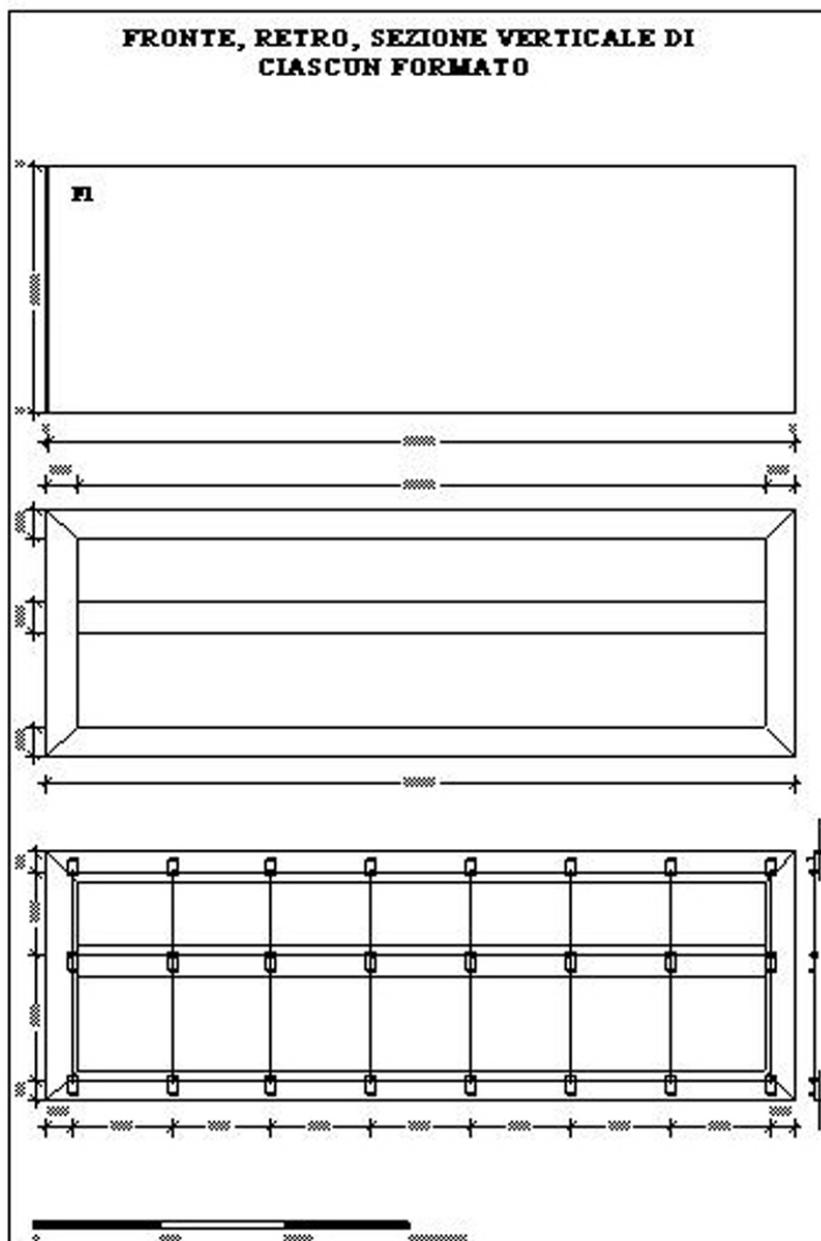
**ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE
REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI
DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA**

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



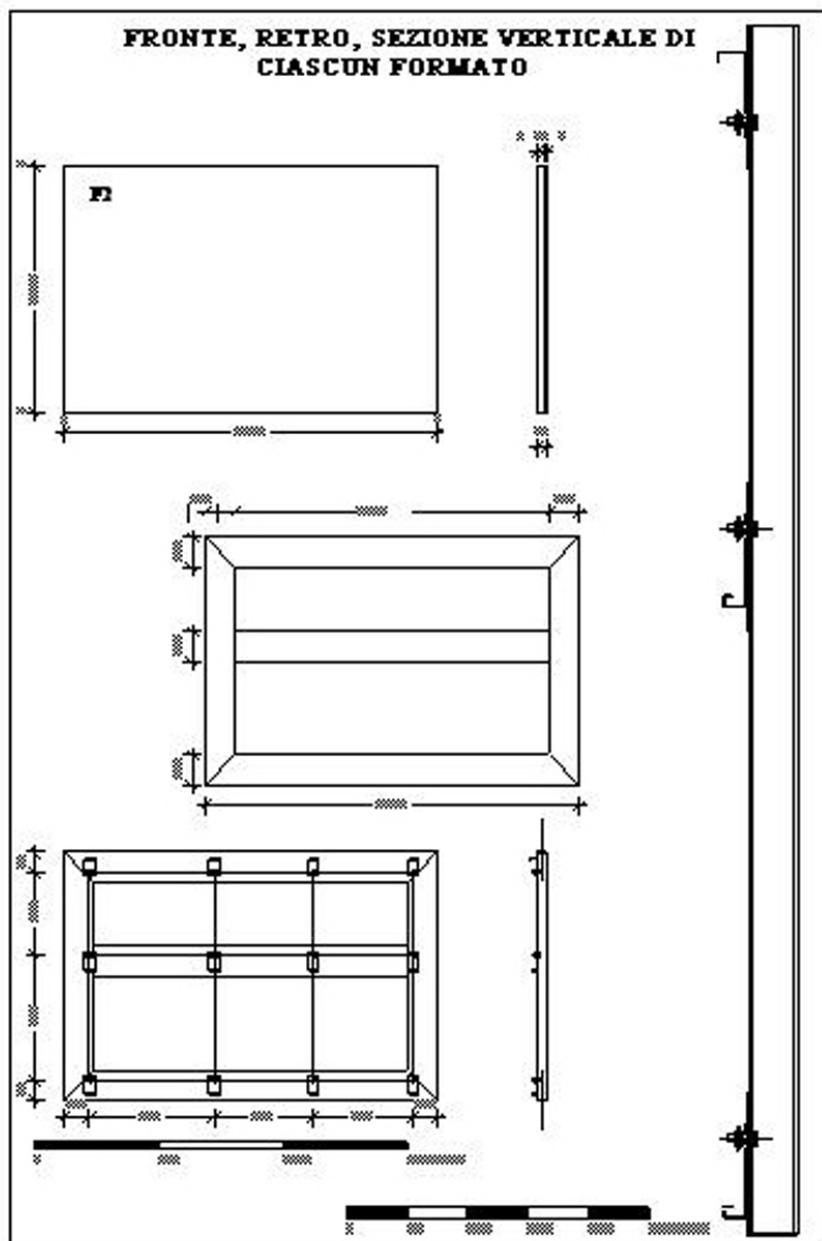
ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



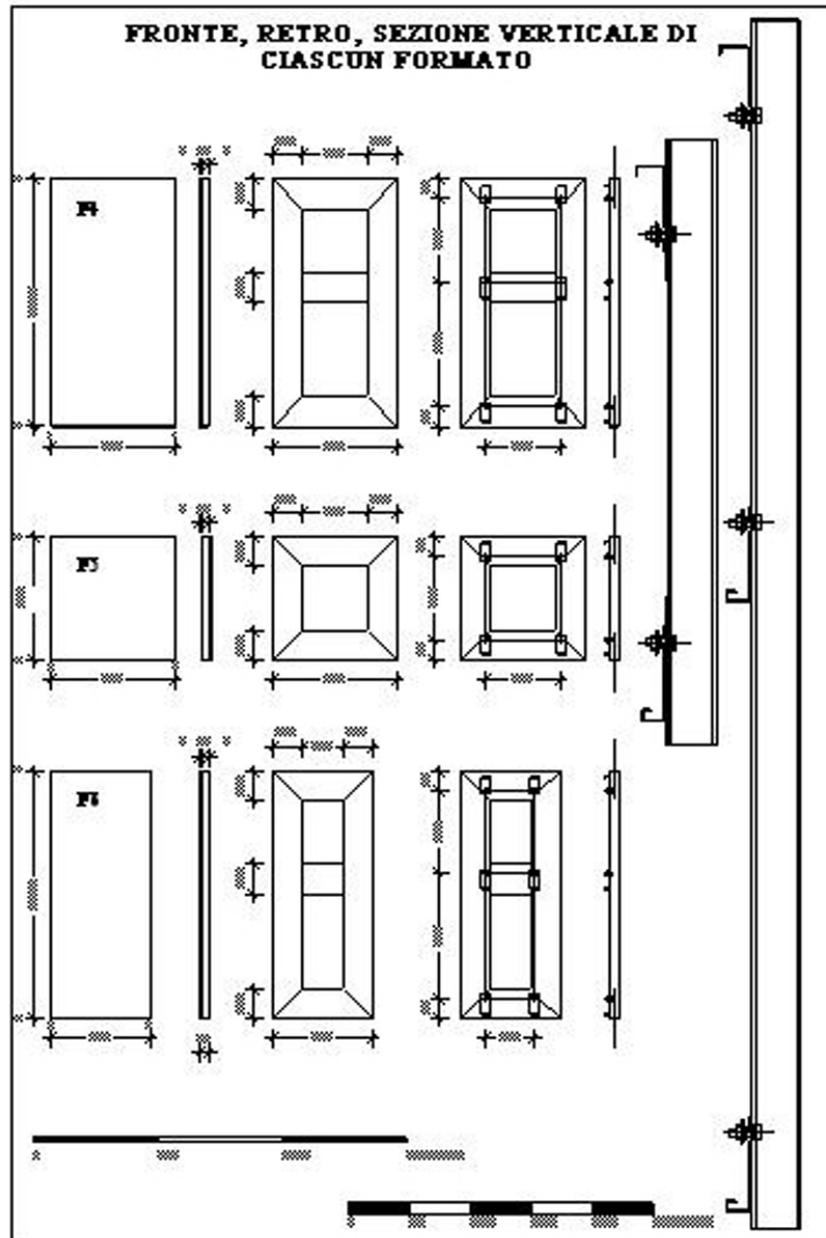
ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



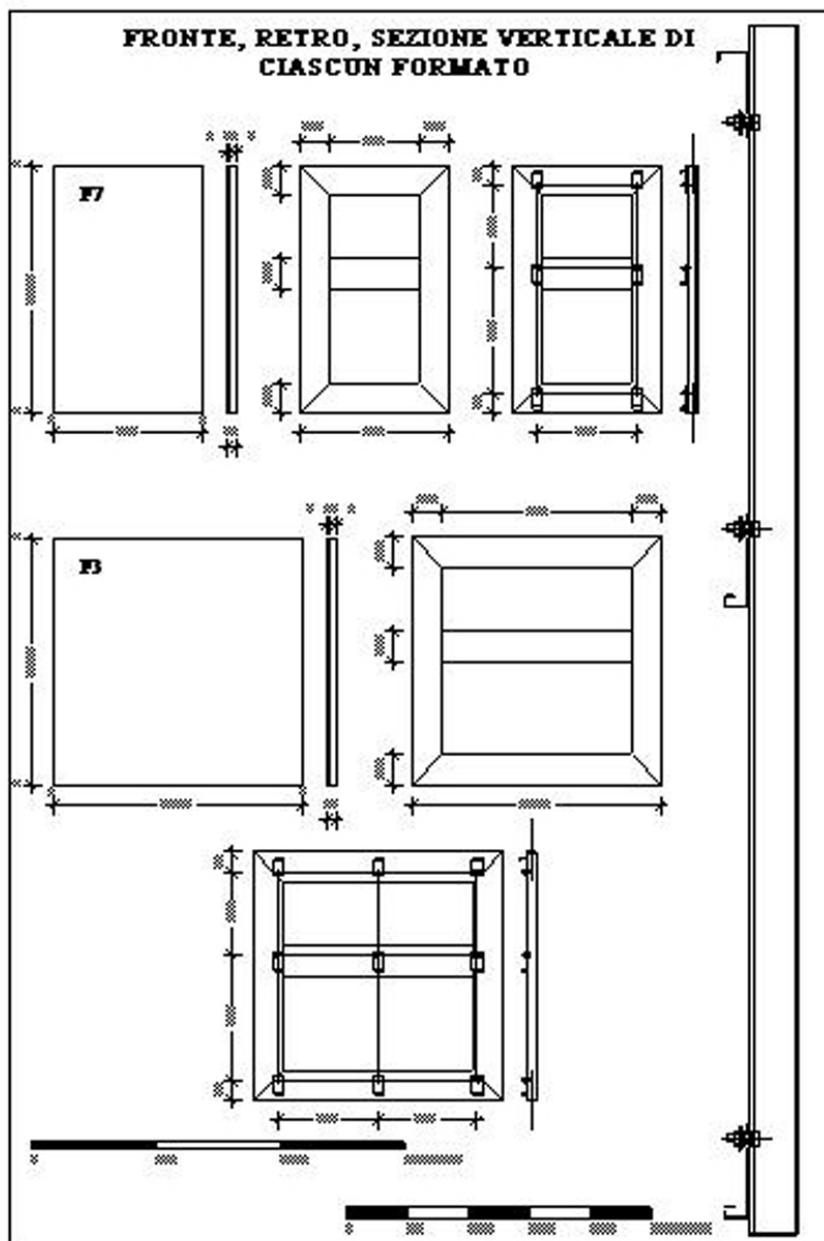
**ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE
REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI
DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA**

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



*ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE
REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI
DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA*

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



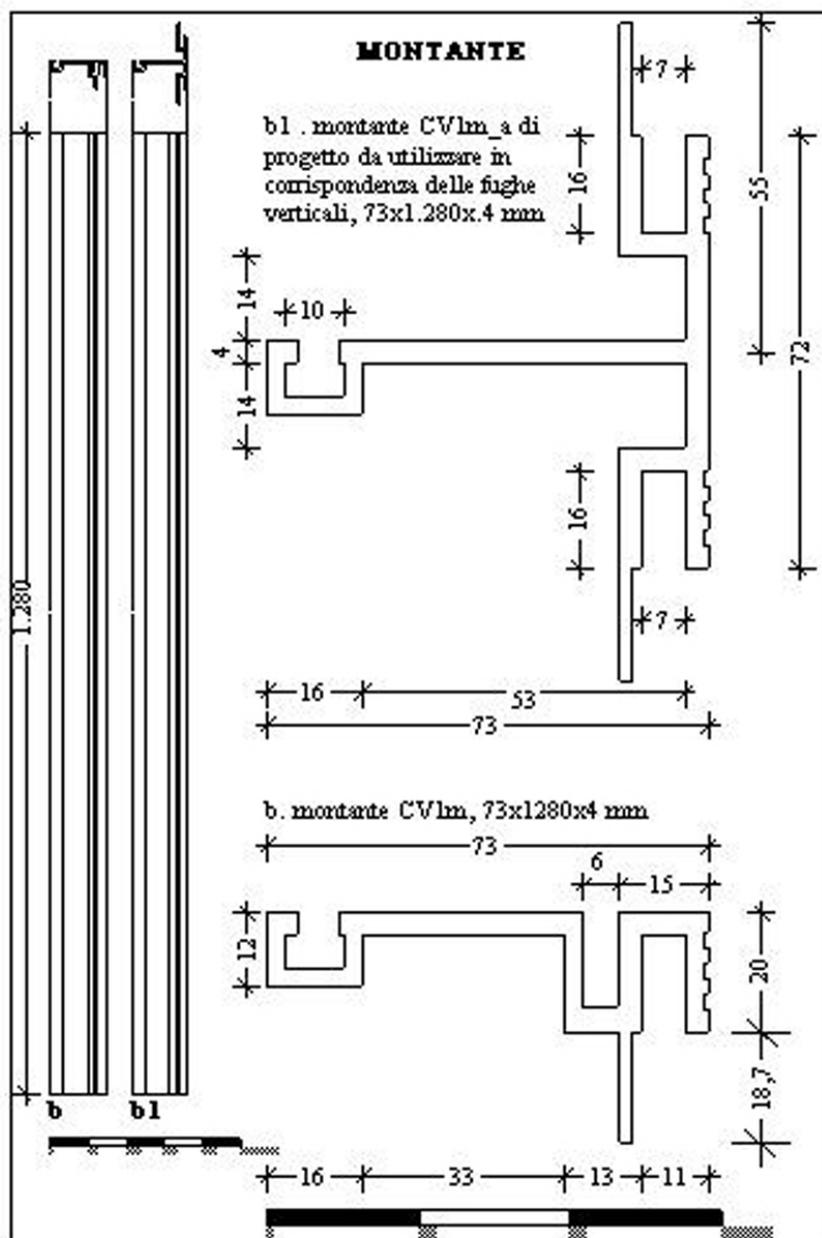
ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



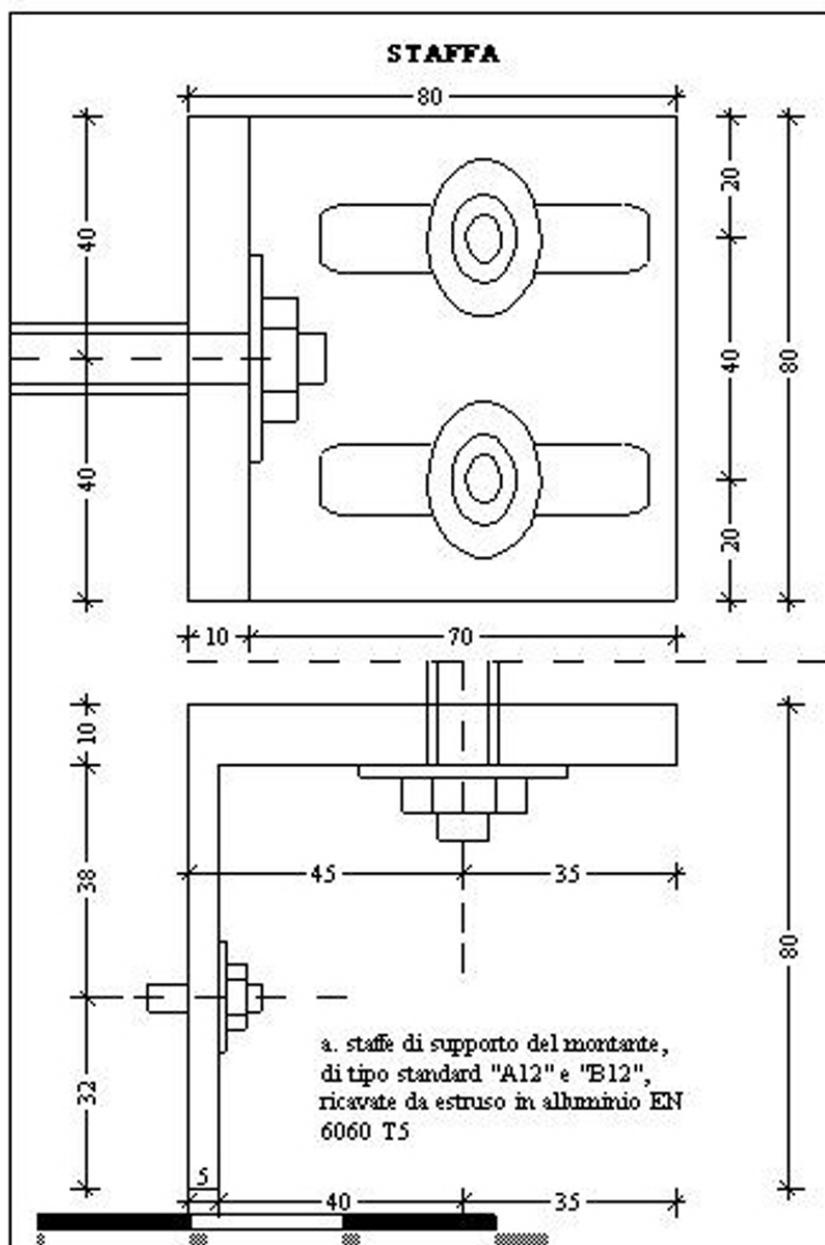
ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



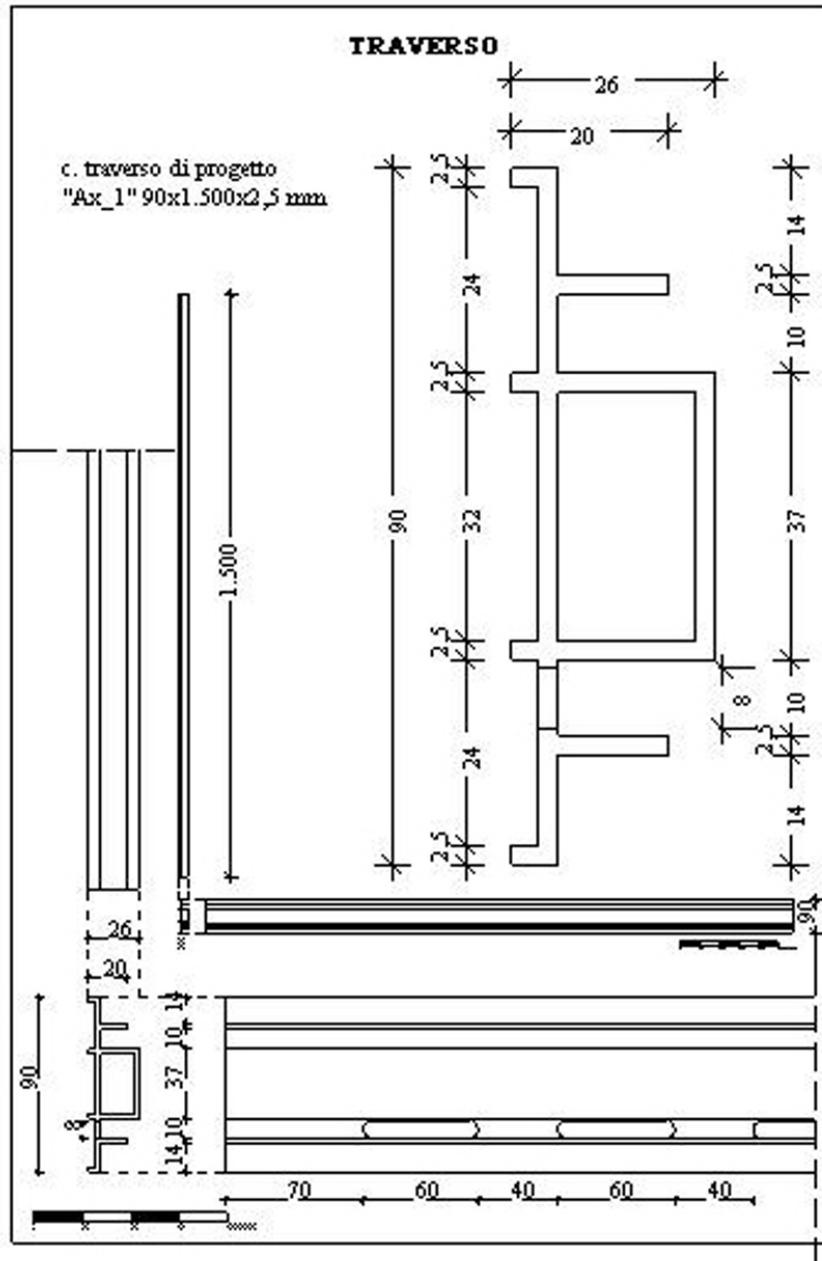
*ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE
REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI
DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA*

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



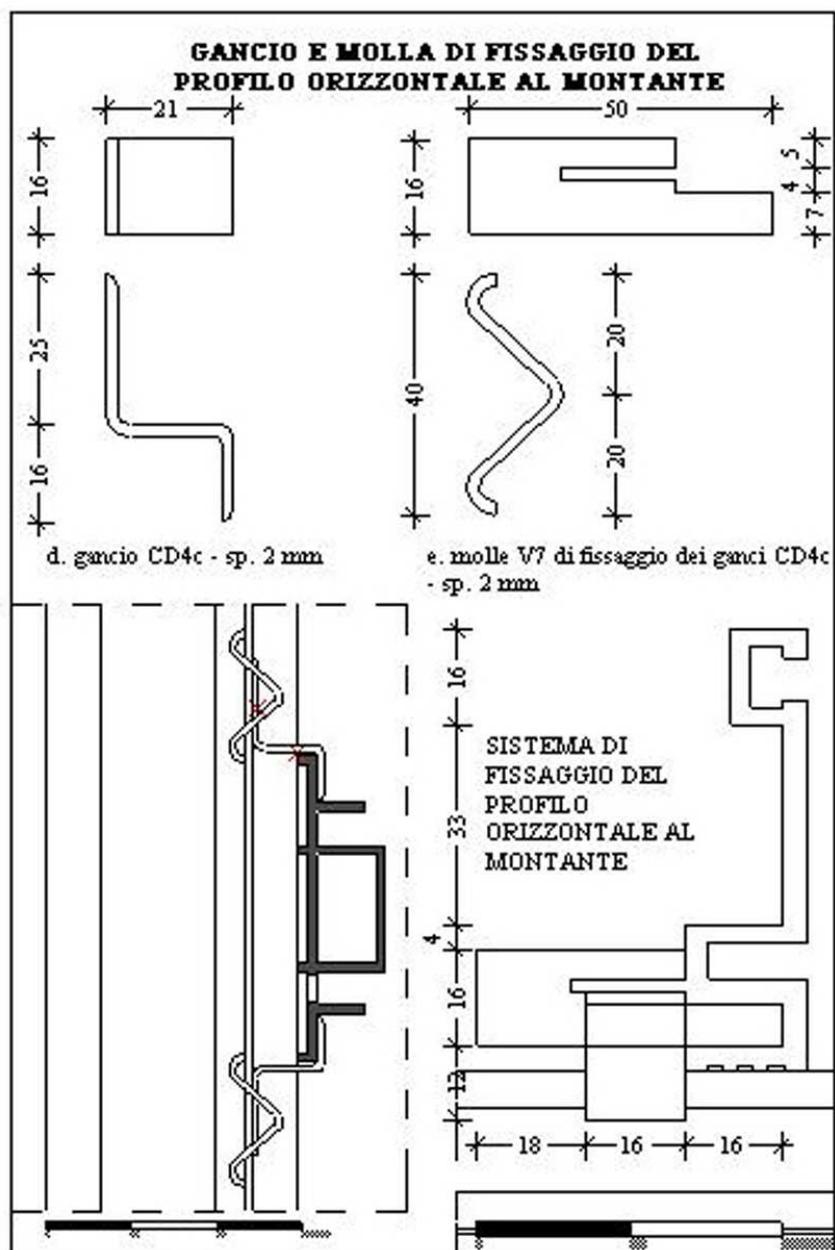
ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



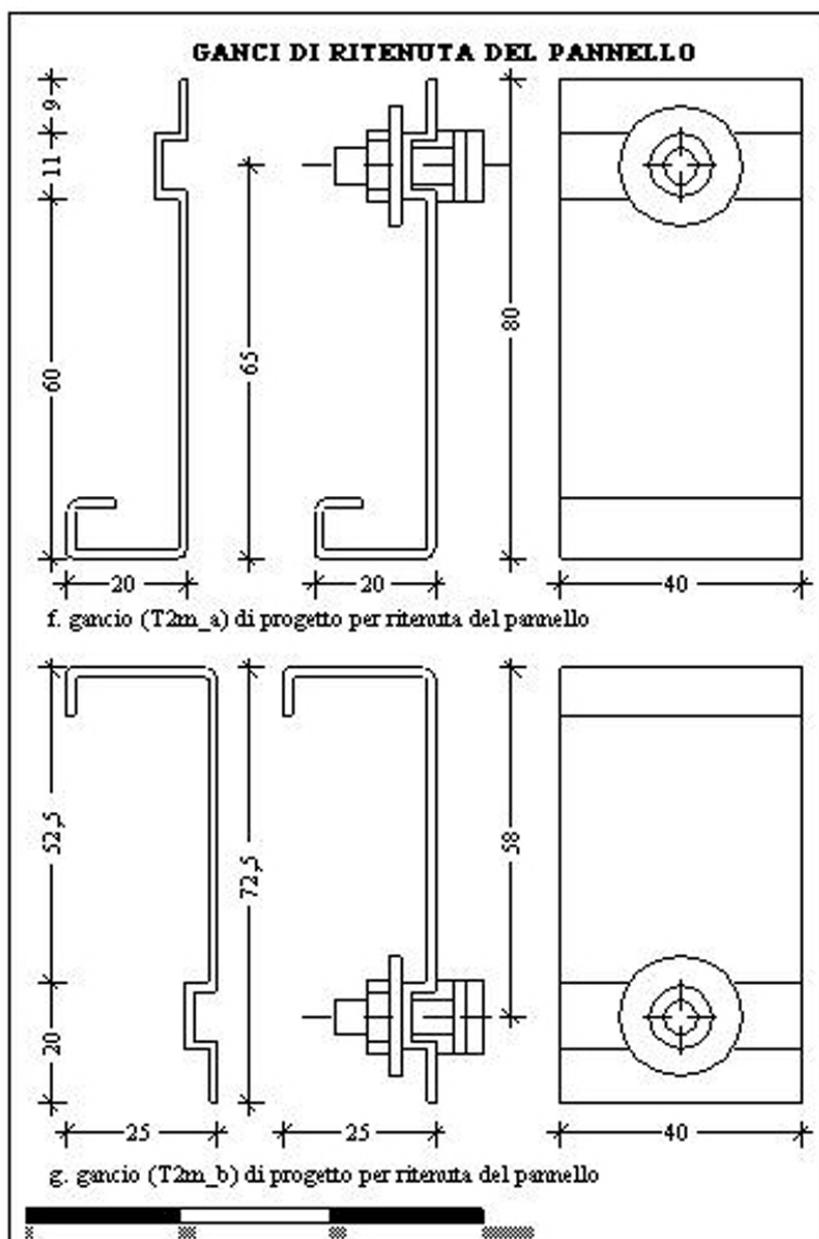
ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



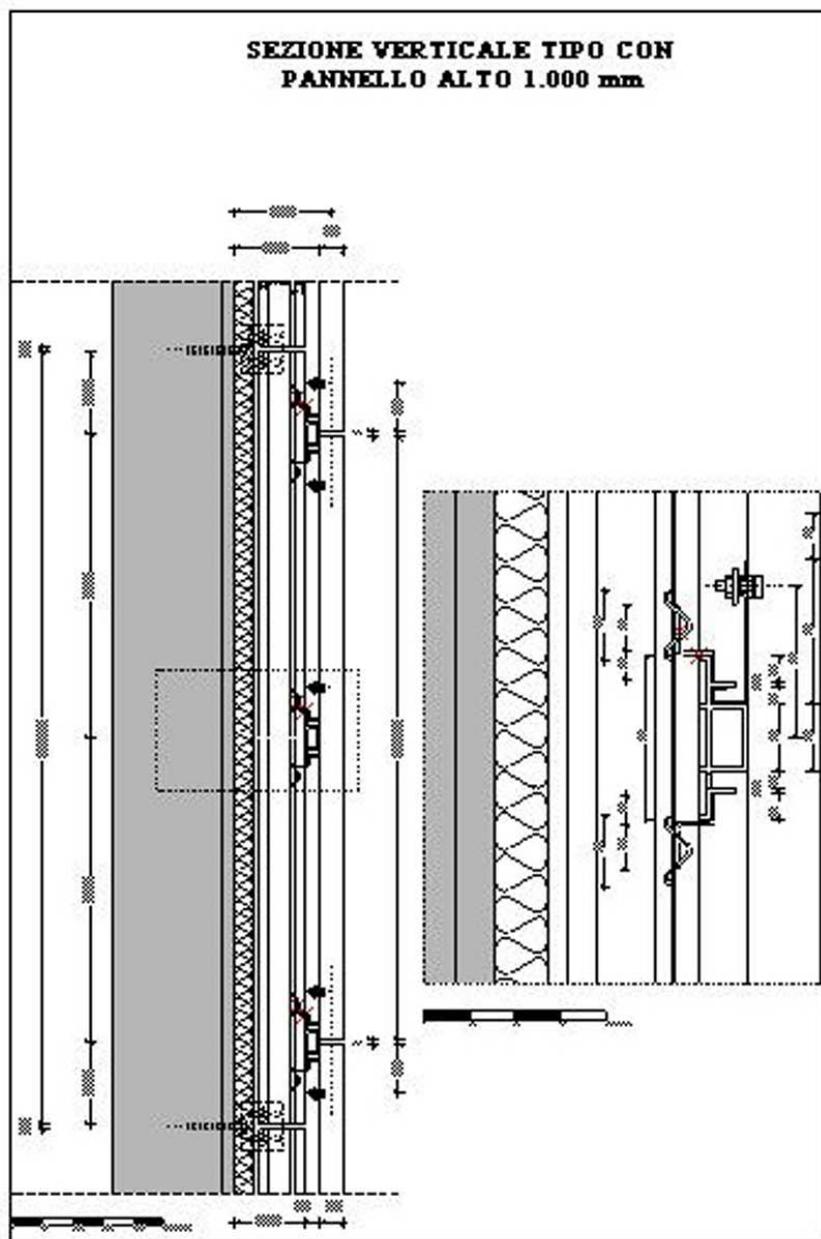
ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



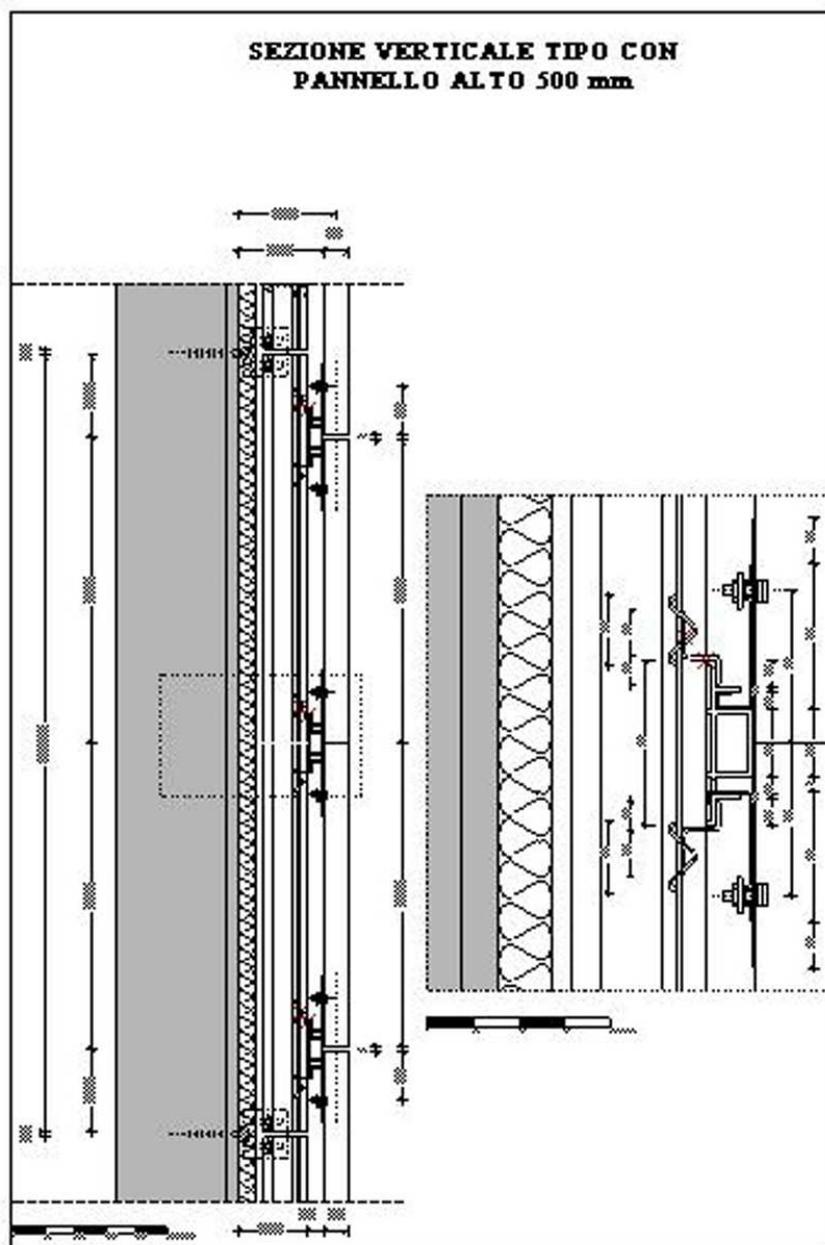
**ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE
REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI
DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA**

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



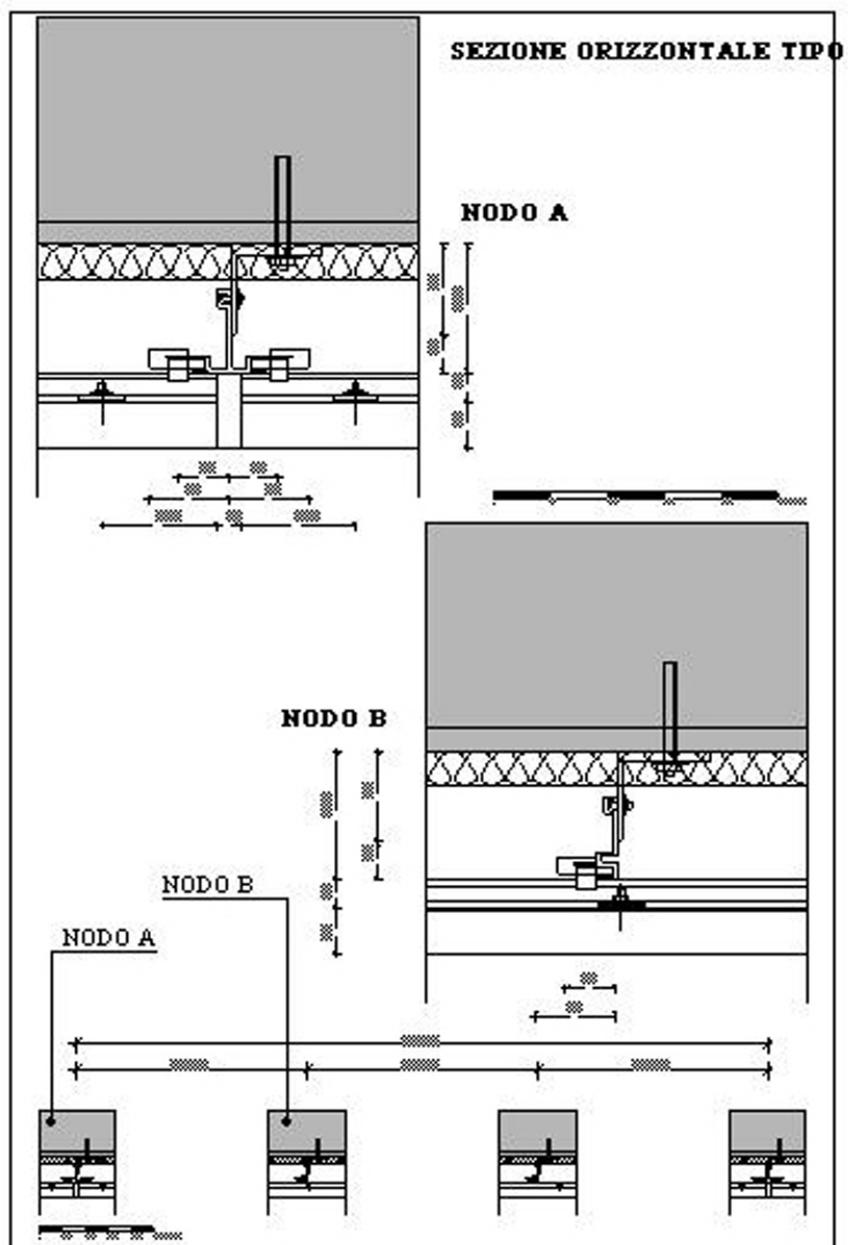
*ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE
REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI
DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA*

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



**ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE
REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI
DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA**

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.



CAP. 6 CONCLUSIONI

6.1 Obiettivi raggiunti dalla ricerca: fattori di successo e criticità ancora irrisolte

«Il futuro appartiene a coloro che capiscono che fare di più con meno è compassionevole, fonte di prosperità e duraturo, dunque più intelligente e anche più competitivo»³⁸⁷. Una delle principali scommesse della nostra epoca è modificare l'attuale modello di sviluppo economico e produttivo in termini che tengano conto della sostenibilità e che si pongano come priorità la necessità e la scelta di non distruggere e non sprecare risorse ambientali preziose. In questa prospettiva la ricerca e l'innovazione tecnologica³⁸⁸ sono un elemento fondamentale per innescare una nuova stagione di sviluppo eco-compatibile. Con riferimento all'uso delle risorse ambientali, temi centrali dello sviluppo sostenibile, oltre alla prevenzione, sono il riuso e il riciclo dei materiali³⁸⁹, che può ridurre sensibilmente gli impatti ambientali dovuti sia all'attività estrattiva di risorse sia alla trasformazione di queste nei processi produttivi.

L'obiettivo fissato per la ricerca in oggetto, come detto, è stato quello di indagare la possibilità di riutilizzo e conseguente collocazione sul mercato, in un comparto dai grandi numeri come quello dell'edilizia, delle plastiche miste post-consumo, provenienti dalla raccolta differenziata, che attualmente sono soggette unicamente a smaltimento, per lo più nei termovalorizzatori, con "contributo ambientale" e quindi con dispendio di soldi.

³⁸⁷ Hawken P., *Natural Capitalism*, Earthscan Publications, London, 1999

³⁸⁸ «Per afferrare la ripresa occorre far leva sulla trasformazione del settore manifatturiero, che ha consentito al *made by Italy* di riconquistare quote sul commercio mondiale e mantenere un buon dinamismo delle vendite all'estero. Questa trasformazione è incentrata: a) sullo spostamento verso prodotti a più alto contenuto di innovazione e con maggiore qualità; b) sull'internazionalizzazione; c) su nuovi assetti organizzativi e di governance; d) su una dimensione più adatta a competere a livello globale». Fonte: *Scenari Economici Autunno 2008*, documento elaborato dal Centro Studi Confindustria

³⁸⁹ Il riuso e il riciclaggio dei materiali sono ritenuti obiettivi fondamentali: la strategia adottata dall'Unione Europea e recepita in Italia con il DL Ronchi del '97 (abrogato e sostituito con il DL 152/06 Parte IV) affronta la questione dei rifiuti delineando come priorità di azioni all'interno di una logica di gestione integrata del problema (artt. 179-180-181 DL 152/06 parte IV): 1) prevenire la produzione di rifiuti; 2) ridurre la pericolosità; 3) recuperare i rifiuti (riuso, riciclaggio dei materiali).

Un elemento peculiare della ricerca è stata l'interdisciplinarietà, con l'apporto di esperti nel campo dell'ingegneria dei materiali e dell'economia; nonché l'intersettorialità, dal momento che il lavoro è stato condotto in forte interazione con due partner industriali (nel campo della raccolta/selezione della frazione plastica della RD e della ceramica) in grado di fornire al progetto, il know-how indispensabile alla formulazione di adeguate soluzioni inerenti questioni come il processo produttivo del componente o anche il quadro prestazionale richiesto allo stesso dal mercato.

La ricerca perviene alla sperimentazione e prototipazione di un nuovo componente edilizio ecosostenibile realizzato con l'impiego delle plastiche miste post-consumo (prodotto di scarto del riciclo meccanico della plastica) e materiali ceramici, che assume forma di un pannello sandwich.

Oltre al rilevante contributo ambientale, derivato dal fatto di poter sottrarre quantitativi di plastiche miste³⁹⁰ allo smaltimento per immetterle in un ciclo di riutilizzo, esiste un innegabile vantaggio economico dal momento che, nella conformazione del pannello in oggetto, si utilizza uno scarto, strutturalmente presente in quantitativi rilevanti nei rifiuti prodotti dai cittadini, il cui smaltimento presenta un costo notevole che, per la natura stessa dello scarto, ricade in ultima analisi sull'intera comunità. Un importante fattore di successo è stato, inoltre, quello di aver risolto l'adesione del *core* del pannello con lo strato di materiale ceramico (le facesheets) senza l'ausilio di collanti né resine, così da contribuire al bilancio complessivo della eco-sostenibilità del componente e a costituire fattore positivo nella valutazione del suo ciclo di vita. Uno degli aspetti che dovranno successivamente essere analizzati in maniera approfondita sono proprio quelli legati al fine vita del pannello e quindi allo smaltimento dello stesso; relativamente a ciò l'ipotesi iniziale da cui si parte è quella della macinazione del prodotto e successivo reimpiego come inerte nella produzione cementizia o nella produzione dell'asfalto.

Un'altra questione da non sottovalutare è rappresentata dalla scelta di utilizzare, oltre alle plastiche miste, un materiale della tradizione come quello ceramico³⁹¹, ma con connotazioni innovative: ciò ha permesso di conformare

³⁹⁰ Nel processo di conformazione del pannello sandwich, le plastiche miste, che hanno un certo volume iniziale, vengono "compattate", per cui i quantitativi utilizzati per unità di prodotto sono, su larga scala, potenzialmente notevoli.

³⁹¹ L'industria ceramica italiana gode, come già detto, di una posizione di eccellenza nel panorama mondiale e trova una sua punta di diamante in un contesto geograficamente circoscritto, noto come distretto ceramico di Sassuolo-Scandiano.

un prodotto che contenesse un richiamo alla consuetudine e che avrà, probabilmente, più opportunità di essere impiegato in un settore come quello dell'edilizia, che storicamente si avvicina alle innovazioni con lentezza, oltre che l'innegabile vantaggio di veicolare più facilmente al "pubblico" un componente fatto di scarti, ma che ha una "pelle" esteticamente gradevole.

La ricerca si conclude, oltre che con la conformazione del pannello sandwich, anche con la progettazione di un sistema iscrivibile al novero delle "facciate o pareti ventilate", sistemi costruttivi che rientrano nelle "facciate continue", una parte rilevante del comparto dell' "involucro edilizio", che sta avendo e, molto probabilmente, avrà sempre più, un notevole incremento grazie ai grandi interventi urbanistici nelle aree metropolitane degli ultimi e dei prossimi anni e agli interventi medio-piccoli di involucro destinati a centri commerciali, showroom, edifici direzionali.

In questa prospettiva, la progettata facciata ventilata, concepita come una possibile applicazione del suddetto pannello, può rappresentare, anche autonomamente, una possibile direzione di sviluppo per la tecnologia di questo sistema costruttivo³⁹².

L'elemento di originalità della ricerca nel suo complesso è stato anche riconosciuto all'esterno dell'ambito universitario, infatti il prodotto sviluppato nell'ambito della stessa, ha iniziato l'iter per il conseguimento del brevetto.

6.2 Prospettive di ulteriore avanzamento della ricerca

Come accennato nel paragrafo precedente, uno degli aspetti che dovranno successivamente essere analizzati in maniera approfondita sono proprio quelli legati alla valutazione dell'intero ciclo di vita del prodotto, con particolare riferimento al suo smaltimento, oltre che all'analisi di alcune proprietà fisico-chimiche sul prototipo sviluppato nell'ambito della ricerca. Inoltre una delle possibili evoluzioni della presente ricerca potrebbe essere anche l'individuazione e lo studio per il corrispondente processo produttivo, di materiali alternativi a quelli ceramici con cui produrre la pelle esterna del pannello sandwich³⁹³.

³⁹² Il sistema costruttivo della "parete ventilata" tradizionalmente impiega il cotto come materiale costitutivo il paramento esterno.

³⁹³ Ci si riferisce ai metalli, quali ad esempio l'alluminio o al legno.

Tutti gli spunti ora elencati rientrano nella cosiddetta “industrializzazione del prodotto”³⁹⁴ che sarà sicuramente il passo necessario per trasformare il prototipo fin qui sviluppato in un prodotto vero e proprio in grado di essere anche commercializzato³⁹⁵. Il processo, che viene avviato con la definizione di tutte le caratteristiche del prototipo³⁹⁶ e sottoponendo un modello in scala dell'elemento e del sistema alle prove necessarie, porterà all'organizzazione e al perfezionamento di tutta la filiera produttiva.

Prima di tutto dovranno essere individuate le prestazioni³⁹⁷, ovvero le qualità attese del prodotto e del sistema, alla luce delle indicazioni fornite e delle valutazioni richieste dall'Unione Europea. Stabilite le prestazioni del sistema è, quindi, possibile valutare il prodotto sottoponendolo ad una serie di prove che verifichino che le prestazioni richieste siano soddisfatte, che il comportamento funzionale e prestazionale lo renda idoneo ad essere impiegato per lo scopo previsto e per attestarne la conformità alle direttive e alla normativa europea. La valutazione del prodotto segue, quindi, le procedure e la tempistica stabilite da un “programma di prove”³⁹⁸ definito in funzione delle prestazioni richieste, della complessità del sistema e di apposite indicazioni normative. Il programma di prove³⁹⁹ così definito deve

³⁹⁴ Tale percorso si sostanzia fondamentalmente di una prima fase che si definisce di “industrializzazione dei risultati” e si completa con l'attuazione di un “piano di sviluppo precompetitivo”.

³⁹⁵ Oggi, con riferimento ad un qualsiasi prodotto, esistono leggi e direttive che mirano a garantire la sua competitività nell'ambito dello specifico settore in cui punta ad inserirsi e l'idoneità alla distribuzione.

³⁹⁶ La realizzazione di un primo prototipo del prodotto costituisce il passaggio iniziale del processo di valutazione e certificazione del sistema.

³⁹⁷ Le prestazioni richieste saranno diverse e più o meno flessibili a seconda dei casi ed in funzione del settore in cui ci si trova ad operare. Per il progetto di facciata ventilata particolare attenzione dovrà essere rivolta verso quelle prestazioni concernenti la manutenibilità, alcuni aspetti del montaggio, la complessità strutturale e il comportamento della facciata dal punto di vista climatico-ambientale.

³⁹⁸ Nella maggior parte dei casi è la norma stessa a definire le verifiche da effettuare, il tipo di prove, il numero di campioni da fornire per ogni lotto e i valori di confronto per i risultati dei test.

³⁹⁹ Esso è stabilito, concordato ed eseguito da istituti riconosciuti per la certificazione dei prodotti da costruzione in accordo con il progettista o altro soggetto che voglia introdurre nel settore un prodotto innovativo.

contemplare tutte le procedure, le tecniche o i metodi adottati (con riferimento a strumenti o direttive europee), gli obiettivi da raggiungere e una stima dei tempi necessari ad effettuare tutti gli esami. In sintesi tutte le valutazioni o le certificazioni rientrano in due categorie principali che distinguono le certificazioni o valutazioni obbligatorie da quelle volontarie⁴⁰⁰. Gli esiti dell'esecuzione di questo programma devono essere, poi, valutati in termini "precompetitivi" ovvero in relazione alla competitività (tecnologica e commerciale) del prodotto rispetto a quelli dei competitors presenti sul mercato. Infine, completate le valutazioni, il prodotto può essere certificato dall'istituto specializzato e avviato verso l'ultima fase che prevede la progettazione della filiera di produzione. Tutti i dati e le valutazioni raccolte potranno essere organizzati in una scheda tecnica che accompagna il sistema nel suo ingresso sul mercato delle costruzioni. Nelle norme UNI 8690/3 e UNI 9038 la scheda è definita come "insieme coordinato di informazioni tecniche redatte in un ordine prestabilito secondo certe modalità e per determinati scopi". Tale documento deve contenere: le caratteristiche tecniche, le istruzioni per il montaggio e la manutenzione, le prescrizioni normative rispettate e le "eventuali" certificazioni.

Quello avviato è un progetto di ricerca⁴⁰¹ di interesse industriale⁴⁰² che vede la compartecipazione di un organismo di ricerca universitario, di un consorzio quale il COREPLA e di aziende private che agiscono in comparti diversi e che porterà alla realizzazione di un programma di sviluppo sperimentale e all'industrializzazione di un prodotto altamente innovativo e con delle alte prestazioni ambientali.

⁴⁰⁰ Le facciate ventilate non rientrano tra quei prodotti sottoposti all'obbligo di marcatura CE definito dalla Direttiva Europea in materia di costruzione (CPD), la valutazione volontaria (di prodotto innovativo) può seguire 2 diverse vie. La prima prevede attività di prova e valutazione da eseguire sulla base delle indicazioni fornite per elementi o sistemi dalle prestazioni analoghe; la seconda, invece contempla la possibilità di progettare lo specifico programma di prove ovvero di studiare ad hoc metodi di prova sperimentali cui sottoporre il campione. La certificazione volontaria rappresenta una garanzia ed un credito in più anche per questi prodotti che non siano vincolati ad una certificazione obbligatoria.

⁴⁰¹ Sarà sicuramente un processo ciclico, di modifiche continue e consequenziali, indotte dalle successive osservazioni e trasformazioni.

⁴⁰² Esistono importanti finanziamenti messi in campo dall'Unione Europea o anche dai Ministeri dello Sviluppo economico e dell'Università che possono essere utilizzati per portare avanti la ricerca.

Bibliografia

Testi di carattere generale sull'ambito disciplinare

Nardi G., *Progettazione architettonica per sistemi e componenti. Ricerche di tecnologia dell'architettura*, Franco Angeli Editore, Milano, 1977

Nardi G., *Le nuove radici antiche*, Franco Angeli Editore, Milano, 1986

Nardi G., *Tecnologia dell'architettura e industrializzazione nell'edilizia*, Franco Angeli Editore, Milano, 1980 (seconda edizione)

Nardi G., Andrea Campioli, Anna Mangiarotti, *Frammenti di coscienza tecnica. Tecniche esecutive e cultura del costruire*, Franco Angeli Editore, Milano, 1994

Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, edizioni Libreria Clup, Milano 2003.

Maldonado T., *Il futuro della modernità*, Feltrinelli, Milano 1987

La Creta R. e Truppi C., *L'architetto tra tecnologia e progetto*, Franco Angeli Editore, Milano, 1994

Torricelli M. C., Del Nord R., Felli P., *Materiali e tecnologie dell'architettura*, edizioni Laterza, Bari, 2005

Vitale A., Perriccioli M., Pone S., *Architettura e costruzione Il problema della tecnica negli scritti dei protagonisti dell'architettura moderna*, Franco Angeli Editore, Milano, 1989

Vitale A., Ascione P., Falotico A., Perriccioli M., Pone S., *Argomenti per il costruire contemporaneo*, Franco Angeli Editore, Milano, 1995

Pone S., *L'idea di struttura. L'innovazione tecnologica nelle grandi coperture da Freyssinet a Piano*, Franco Angeli Editore, Milano, 2005

Campioli A., *Il contesto del progetto*, edizioni Franco Angeli, Milano, 1993

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Losasso M., *Architettura, tecnologia e complessità*, edizioni Clean, Napoli, 1991

Losasso M., *La casa che cambia. Progetto e innovazione tecnologica nell'edilizia residenziale*, edizioni Clean, Napoli, 1997

Losasso M., a cura di, *Progetto e innovazione Nuovi scenari per la costruzione e la sostenibilità del progetto architettonico*, edizioni Clean, Napoli, 2005

Francese D., *Architettura bioclimatica. Risparmio energetico e qualità della vita nelle costruzioni*, Utet, Torino, 1996

Gangemi V. e Ranzo P., a cura di, *Il governo del progetto; la tecnologia per la formazione dell'architetto*, edizioni Luigi Parma, Bologna, 1987

Zambelli E., Vanoncini A., Imperadori M., *Costruzione stratificata a secco. Tecnologie edilizie innovative e metodi per la gestione del progetto*, Maggioli Editore, Rimini, 1998

Sinopoli N., Tatano V., a cura di, *Sulle tracce dell'innovazione tra tecniche e architettura*, Franco Angeli, Milano, 2002

Pauli G. *Svolte epocali*, ed. Baldini Castoldi

Caturano U., a cura di, *Le tecnologie dei materiali tra progetto e innovazione*, FrancoAngeli, Milano, 1996

Manzini E., *La materia dell'invenzione*, Arcadia Edizioni, Milano, 1986

Passaro A., a cura di, *La produzione industriale eco-orientata per l'edilizia*, Atti, Luciano editore, 2007

Testi sull'ambiente, sui rifiuti, sul riciclo

COREPLA Programma Specifico di Prevenzione 2009 - 2011

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Viale G., *Azzerare i rifiuti. Vecchie e nuove soluzioni per una produzione e un consumo sostenibili*, Bollati Boringhieri, Torino, 2008

Ioannilli M., *Rifiuti: da problema a risorsa. Note per la fondazione di una prospettiva economica nella gestione dei rifiuti*, Settembre 2009

Postiglione A., *Industria e compatibilità ambientale*, Maggioli Editore, 1991

Massarutto A. *I rifiuti. Come e perché sono diventati un problema*, Il Mulino, 2009

Pipere P., *CER : Catalogo europeo dei rifiuti: guida pratica alla classificazione e codifica dei rifiuti*, Hyper Edizioni, Venezia, 2008

Bianchi D., a cura di, Istituto di ricerche Ambiente Italia, ***Il riciclo ecoefficiente-Performance e scenari economici, ambientali ed energetici***, Edizioni Ambiente, 2008

Bringezu S., *Verso una gestione sostenibile delle risorse dell'UE*, Wuppertal Institute, Wuppertal Papers No. 121, January 2002

EEA Tecnologie, *Waste management options and climate change*, Commissione europea, Bruxelles, 2001

Weizsäcker, *Factor four : Doubling wealth, halving resource use*, Lovins AB & LH Lovins, 1997

UNEP, *Industry and Environment, Mining - facts, figures and environment*, Volume 23, Special issue 2000

IIED, *Breaking New Ground - Minerals, mining and the environment*, 2000

Brown LR, *Eco-Economy: Building an Economy for the Earth*, Earth Policy Institute, 2001

UNFPA, *State of the World population 2001*

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

OECD Environmental Outlook to 2030

Capra, F., *Il punto di svolta: scienza, società e cultura emergente*, Feltrinelli, Milano 2003

Rifkin J., *Economia all'idrogeno*, Arnoldo Mondadori Editore, Milano 2002

Commoner B., *Il cerchio da chiudere*, Garzanti, Milano 1986

Daly H., *Oltre la crescita: l'economia dello sviluppo sostenibile*, Edizioni di comunità, Torino 2001

Francesce D., *Architettura e Vivibilità*, Franco Angeli, Milano 2007

Sasso U., *Bioarchitettura: forma e formazione*, Alinea, Firenze 2003

Abrami G., *Progettazione ambientale. Una introduzione*, CLUP, Milano 1987

Loris Rossi A. - Manifesto XXIII Congresso Mondiale degli Architetti – UIA - Torino 2008 “Dalla crisi di megacity e degli ecosistemi verso eco-metropoli e l'era post-consumista”

Testi sul packaging

Brody, A. L., and Marsh, K, S., *Encyclopedia of Packaging Technology*, John Wiley & Sons, 1997

Calver, G., *What Is Packaging Design*, Rotovision. 2004

Fiedler, R, M, *Distribution Packaging Technology*, IoPP, 1995

Holkham, T., *Label Writing and Planning - A guide to good customer communication*, 1995

Jankowski, J. *Shelf Space: Modern Package Design, 1945-1965*, Chronicle Books, 1988

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Leonard, E. A. *Packaging*, 1996

McKinlay, A. H., *Transport Packaging*, IoPP, 2004

Opie, R., *Packaging Source Book*, 1991

Robertson, G. L., *Food Packaging*, 2005

Selke, S., *Packaging and the Environment*, 1994

Selke, S., *Plastics Packaging*, 2004

Soroka, W., *Fundamentals of Packaging Technology*, IoPP, 2002

Stillwell, E. J., *Packaging for the Environment*, A. D. Little, 1991

Testi sul mercato delle costruzioni e dell'involucro edilizio

Il mercato dell'involucro edilizio in Italia - Serramenti e facciate continue 2007 - scenari 2008 relazione redatta dalla Commissione Studi Economici della UNCSAAL - Un. Naz. Costruttori Serramenti Alluminio Acciaio Leghe.

Prospects for the European Construction Markets in 2009-2011 elaborato da Euroconstruct e Cresme (Centro di ricerche economiche e sociali sul mercato delle costruzioni)

Testi sui materiali, sulla plastica, sulla ceramica

Crivelli Visconti I., Caprino G., Langella A., *Materiali compositi*, HOEPLI, Milano, 2009

Gutowski T. G., a cura di, *Advanced composites manufacturing*, John Wiley & Son, New York, 1999

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Eckold G., *Design and manufacture of composite structures*, Woodhead, 2000

Ashby M.F., Shercliff H., Cebon D., *Materiali. Dalla scienza alla progettazione*, Editore CEA , 2009.

Boccia A., Caglioti L., Chiacchierini E., Ficco P., Liuzzo G., Milella F., Zanuttigh L., *Gli imballaggi in plastica in una prospettiva di sostenibilità*, Corepla, Edizioni Ambiente 2006

CASATI B., *Design Plastica Ambiente. Progettare per il ciclo di vita dei polimeri*, Maggioli editore, Rimini, 1997.

Zacchei B., Granata S., *Indagine conoscitiva sui prezzi dei beni e manufatti in materiale riciclato post-consumo*, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti 2005

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, *Riciclo - la doppia vita delle cose*, , Edizioni Tempi 2005

Pietroni Lucia, *Eco-materiali ed eco-prodotti "made in Italy" Casi studio di eco-innovazione nelle imprese italiane*, Edizioni Kappa - 2004

Shigeru Ban, *Ambiente, risparmio, emergenza. Le mie case di cartone*, I quaderni Lifeventuno - 2003

Primo catalogo nazionale dei prodotti in plastica riciclata post-consumo, 2002

La raccolta differenziata degli imballaggi in plastica: come, quando, perché. Istruzioni per l'uso, 2002

*Valutazione dei flussi di plastica proveniente da demolizioni di auto*2002 (in pdf)

Valutazione dei flussi di plastica proveniente dal riciclo di elettrodomestici, 2002(in pdf)

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

V. Pasca - V. Trapani, *Scenari del giovane design*, Lupetti - 2001

La gestione dei rifiuti di imballaggi in plastica 2001 (in pdf)

Fare di più con meno, La sostenibile leggerezza della plastica, Strumenti (COREPLA, Il Sole 24 Ore)2001

Pietroni Lucia - Barbera Sveva, *L'eco-innovazione di prodotto nelle imprese italiane*, Atti del convegno - Univ. La Sapienza Fise 2001

Lotti G. , *Il progetto possibile*, Edicom Edizioni -1998

Casati Barbara, *Design Plastica Ambiente*, Maggioli Editore - 1997

A. Tondi - S. Delli, *La casa riciclabile - Rifiuti in edilizia*, Edicom Edizioni

Dr.M.R.M. Crul - J. C. Diehl, *Design for Sustainability (D4S):a Practical Approach for Developing Economies*, UNEP - 2006

Addington M., Schodek D., *Smart materials and technologies*, Elsevier, Oxford, 2005

Bever M. et al., *The Encyclopedia of Advanced Materials*, Elsevier, Oxford, 1994

Carotti A., Benetti P., *Materiali avanzati e compositi*, Pitagora, Bologna, 1999

Hegger M. et al., *Atlante dei materiali*, UTET Scienze Tecniche, Torino, 2006

Langella C., *Nuovi paesaggi materici*, Alinea, Firenze, 2003

Stattmann N., *Ultra light – super strong. A new generation of design materials*, Birkhauser, Basel 2003

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Acocella Alfonso, *Involucri in cotto*, Edizioni Sannini Impruneta, Ferrone (FI), 2000

Toraldo di Francia Cristiano, a cura di, *Arte e tecnica delle superfici verticali in cotto*, Zanardi Editore, 2002

AA.VV., *Tecnologia dei materiali. Ceramiche, polimeri e compositi*, CittàStudi, Milano, 2001

Testi sulla valutazione della sostenibilità dei prodotti industriali

Baldo G., Marino M., Rossi S., *Analisi del ciclo di vita LCA. Materiali, prodotti, processi*, Edizioni Ambiente, Milano, 2005

Badino V., Baldo G.L., *Life Cycle Assessment. Uno strumento di Analisi Energetica e Ambientale*, Ipaservizi, Milano 2000

Brezet H., Hemel C. van, *Ecodesign. A promising approach to sustainable production and consumption*, UNEP, Parigi 1997

Manzini E., Vezzoli C., *Lo sviluppo dei prodotti sostenibili. I requisiti ambientali dei prodotti industriali*, Maggioli, Rimini 1998

McDonough W., Braungart M., *Dalla culla alla culla*, Filoderba, 2003

SETAC, *Guidelines for Life-Cycle Assessment: A "Code of Practice"*, SETAC, Bruxelles 1993

SETAC, *Life-Cycle Assessment*, SETAC, Bruxelles 1992

Articoli da riviste

Nardi Guido, "La cultura dell'innovazione", in *L'Arca* nr. 65, Novembre 1992

Bologna Roberto, "Permanenza e temporaneità del costruire in una prospettiva sostenibile" in *Costruire in laterizio* n°65, 1998

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Campioli Andrea, "Dal 'cotto' al 'laterizio", in *Costruire* n°83, 2001

Zanarini G., "L'innovazione delle tecnologie del laterizio", in *Il progetto sostenibile*, nr. 12, Dicembre 2006

Rogora A., "Blocchi "a freddo" con materiali di recupero", in *Il progetto sostenibile*, nr. 12, Dicembre 2006

Frettoloso C. , S. Rinaldi, "Costruire e riqualificare con inerti da demolizione", in *Il progetto sostenibile*, nr. 12, Dicembre 2006

Bottero M., "Ambiente e paesaggio", in *Il progetto sostenibile*, nr. 14, Giugno 2007

Butera F.M., "Un nuovo paradigma energetico. La sfida del XXI secolo", in *Il progetto sostenibile*, nr. 13, Giugno 2007

Frosch, R.A.; Gallopoulos, N.E. (1989) "Strategies for Manufacturing" in *Scientific American* 261:3, pp 144-152

Ioannilli M., "Economia dei rifiuti; dai rifiuti ai materiali", in *Rifiuti: da problema a risorsa. Note per la fondazione di una prospettiva economica nella gestione dei rifiuti*, Settembre 2009 in atti del Forum internazionale PolieCo "Economia dei rifiuti" – Ischia, 25-26 settembre 2009

Galimberti U., "La tecnica e l'impotenza dell'etica" in *Psiche e techne*, Giangiacomo Feltrinelli Editore, 1999

Pierobon A., "La privativa, l'assimilazione dei rifiuti e la sua tariffazione nel nuovo Codice ambientale" in *AziendaItalia – Finanza e Tributi* n.4, 2008

Postiglione A., "Etica dell'economia dei rifiuti anche alla luce dell'enciclica "Caritas in veritate" di Sua santità Papa Benedetto XVI" in atti del Forum internazionale PolieCo "Economia dei rifiuti" – Ischia, 25-26 settembre 2009

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Sinopoli N., "L'invenzione di nuovi materiali per l'architettura", in *Rassegna* - L'architetto inventore, n. 80, 2005, pp. 102-111

"The top 225 International Contractors", in *ENR - Engineering News Records*, Agosto 2009

Articoli sul web

"An analysis of plastics consumption and recovery in Western Europe 2002 & 2003" ,

PlasticsEurope, "Virgin plastics consumption per capita and across Western Europe 1991-2003", "Major thermoplastics-primary applications", "Major thermosets-primary applications", "Plastics consumption by industry sector Western Europe 2003", "Recycling and energy recovery breakdown by country Western Europe 2002", "Recycling of plastics Western Europe 1989-2005 (x 1000 tonnes/years", "Completing the recovery picture 1993-2003 (x 1000 tonnes)" in <http://www.plasticseurope.org>

Newsletter Anno 4 N. 8 - 14/11/2005.

<http://www.ecosportello.org>

"L'Europa ricicla" di Mario Calchera.

<http://www.regione.vda.it>

"Campagna inquinamento".

<http://www.greenpeace.it>

Normative di riferimento

Normativa italiana

D.Lgs. n.22/97 (c.d. "Decreto Ronchi").

D. Lgs. 152/2006 (recante "Norme in materia ambientale"): Le nuove regole sulla gestione dei rifiuti sono contenute, nella "Parte quarta" del D. Lgs, composta da 89 articoli e 9 allegati (più 5 sulle bonifiche). Emanato in attuazione della legge 15 dicembre 2004 n. 308 (recante "Delega al Governo per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

ambientale") comporta l'abrogazione del D. Lgs. 22/1997 ("Decreto Ronchi").

Principali direttive, decisioni, comunicazioni, regolamenti sul tema adottate dalla Comunità europea:

Direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive precedenti.

Comunicazione della Commissione europea n. 59, del 21 febbraio 2007, relativa alla "Comunicazione interpretativa sui rifiuti e sui sottoprodotti" [COM(2007) 59 def. - Non pubblicata nella Gazzetta ufficiale].

Direttiva 2006/66/CE

Direttiva 2006/12/CE (GU L 114 del 27.04.2006) La direttiva codifica e sostituisce la direttiva 75/442/CE

Direttiva 2004/12/CE (recepita dal D. Lgs. 152/2006)

Comunicazione Giugno 2003 "Politica integrata dei prodotti: sviluppare il concetto di ciclo di vita ambientale"

Direttiva 2002/96/CE

VI Programma di azione comunitaria per il periodo 2001-2010 (Decisione n. 1600/2002/CE del parlamento europeo e del Consiglio del 22 Luglio 2002 che istituisce il "VI Programma comunitario di azione in materia di ambiente (2002-2012)")

"Libro Verde sulla politica integrata relativa ai prodotti" (Integrated Product Policy – IPP – COM 2001 68)

Comunicazione della Commissione "Sviluppo sostenibile in Europa per un mondo migliore:strategia dell'Unione europea per lo sviluppo sostenibile", COM(2001) 264 def. del 15.5.2001

Direttiva 2000/53/CE,

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Decisione 2000/532/CE

Direttiva 94/62/CEE (modificata dalla direttiva 2004/12/CE), recepita in Italia dal Dlgs 22/1997

Direttiva 75/442/CE (direttiva quadro sui rifiuti)

Regolamento CEE 1836/93 che fonda il sistema EMAS (Environmental Management and Audit Scheme)

Sitografia

<http://www.wuppertal-institut.de>

<http://ue.eu.int>

<http://ue.eu.int/en/Info/eurocouncil/index.htm>

<http://www.eco-efficiency.de>

<http://www.unfpa.org>

<http://www.uneptie.org>

<http://www.iied.org>

<http://www.mineral policy.org>

<http://www.europa.eu>

<http://www.wri.org>

<http://www.earth-policy.org>

<http://www.ourplanet.com>

<http://www.conai.org>

<http://www.reteambiente.it>

<http://www.archiexpo.it>

MATERIALI ECOCOMPATIBILI

<http://www.matrec.it>

<http://www.isomec.it>

<http://www.ediltec.com>

CAMBRIDGE ENGINEERING SELECTOR (CES)

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

<http://www.granta.co.uk>

<http://www.grantadesign.com>

PANNELLI PER EDILIZIA

<http://www.celenit.it>

<http://www.laminam.it>

<http://www.rivestimenti ventilati.it>

<http://www.cylex.it/cerca/facciate+ventilate.html>

SISTEMI PER FACCIATE VENTILATE

<http://www.dallera.com>

PER PROFILI IN ALLUMINIO

<http://www.anoxidall.it/.../facciate/>

PLASTICA

<http://www.plasticseurope.org>

<http://www.macplas.it>

<http://www.polimerica.eu>

<http://www.plasticsconverters.eu>

<http://www.euromap.org>

<http://www.plastech.biz>

<http://www.plastica.it>

<http://www.plasticsindustry.org>

<http://www.assorimap.it/ita/>

<http://www.quadrantplastics.com>

MACCHINE INDUSTRIALI

<http://www.ssiworld.com/watch/plastic>

<http://www.shredderhotline.com>

NORMATIVA PLASTICA RICICLATA SUL RICICLO DELLA PLASTICA

*ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE
REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI
DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA*

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

<http://www.iso.org>

<http://www.cen.eu>

<http://www.uni.com>

<https://conto.uni.com>

<http://www.uniplast.info>

<http://www.assorimap.it>

COMMERCIO INTERNAZIONALE

<http://comtrade.un.org>

<http://www.ide.go.jp/English>

<http://europa.eu>

<http://www.oecd.org>

MERCATO MONDIALE DELLE COSTRUZIONI E INTERNATIONAL CONTRACTORS

<http://www.infobuild.it>

<http://www.enr.com>

LASTRE IN GRÈS PORCELLANATO

<http://www.laminam.it>

<http://www.cottodeste.it>

<http://www.ceramichelea.it>

<http://www.rex-cerart.it>

DFE - Design For Environment

<http://www.pnl.gov/doesustainabledesign/>

<http://www.io.tudelft.nl/research/dfs/idemat/index.htm>

<http://www.aspexint.com/home.htm>

<http://www.io.tudelft.nl/research/dfs/ecoquest/Ecoquest.html>

<http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ENGLISH/INDEX.HTM>

<http://www.cfsd.org.uk/seeba/>

<http://www.greenpack.org/results>

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

LCA - Life Cycle Assessment

<http://www.pre.nl/eco-it/default.htm>

<http://www.pre.nl/simapro/default.htm>

http://www.ecobalance.com/software/team/team_dwg.html

<http://www.ecoscan.nl>

<http://www.boustead-consulting.co.uk/products.htm>EcoLab

<http://www.port.se/ecolab/default.htm>

<http://www.eiolca.net/>

<http://www.mst.dk/activi/08030000.htm>

<http://www.assess.se/>

<http://www.ivam.nl>

<http://www.kcl.fi/eco/>

http://corporate.basf.com/en/sustainability/oekoeffizienz/?id=V00-k_Xuv7qHVbcp2-9

<http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>

<http://www.ecoinvent.ch/>

<http://www.gabi-software.com>

<http://www.umberto.de/english/>

<http://extra.ivf.se/lcae/>

http://www.dantes.info/Tools&Methods/Software/webbasedtools_LCALight.html

***ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE
REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI
DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA***

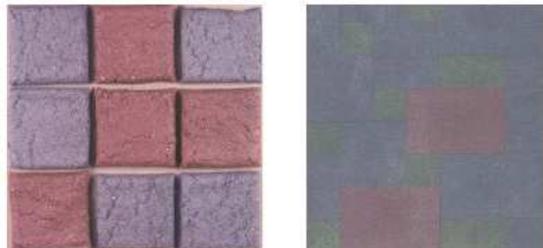
Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti – Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

ALLEGATO

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Piastrelle da parete



Piastrelle fonoassorbenti composte per il 50% da una miscela di HDPE, LDPE e PP e per il 50% da legno sotto forma di pagliuzze resistenti ad acqua, luce e calore. Disponibili in diversi colori, modelli e dimensioni.

Dimensioni: Variabili
Materiali: 100% Chylon
Azienda: Chenna spa (Gruppo Crabo)
Riferimenti: Zona Industriale Ruscelto
33030 S.Vito di Fagnana, Udine
Tel: 0432 808581
Fax: 0432 808288
www.crabo.it
info@crabo.it

Polipren T



Pannello per l'isolamento acustico realizzato per il 60% con fibre sintetiche a base di poliestere e polipropilene e per il 40% da fibre tessili naturali e/o sintetiche riciclate termolegate. Raggiunge le migliori prestazioni nella riduzione dei rumori da calpestio. E' riciclabile al 100%.

Dimensioni: Lastre 100 x 200 cm
Spessori da 6 a 30 mm
Materiali: 40% fibre tessili e sintetiche riciclate
Azienda: O.R.V. Manufacturing
Industrie Maurizio Peruzzo S.p.a.
Riferimenti: Via Postumia, 20
35010 Carmignano di Brenta, (PD)
Tel: 049 9421600
Fax: 049 9421666
www.peruzzoindustries.com
info@peruzzoindustries.com

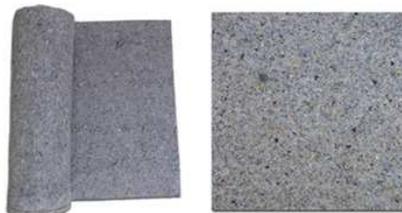
Isolcell



Pannello fonoassorbente in fibra di poliestere e fibra di cellulosa riciclate di facile e veloce installazione. Indicato per pareti, pavimenti e nell'isolamento di tetti.

Dimensioni: Pannelli da 60 x 120 x 140 mm
Materiali: Fibre cellulosiche derivanti da carta da macero con sostegno in poliestere
Azienda: K.E.F.I. Kenaf Eco Fibers Italia
Riferimenti: Via Arginello, 48
46030 Villastrada di Dosolo (MN)
Tel: 0375 899074
Fax: 0375 838137
www.kenaf-fiber.com
info@kenaf-fiber.com

Isolmix



Pavimentazione fonoassorbente anticalpestio in fibra di poliestere e naturali riciclate di facile e veloce installazione. Indicato per pareti, pavimenti e nell'isolamento di tetti. Disponibile in quadrotti o in moquette a rotoli.

Dimensioni: Moquette: spessori da 4 a 10 mm
Quadrotti: da 40 x 40 x 0,4 cm a 120 x 120 x 0,4 cm
Materiali: 50% fibre miste riciclate post-consumo
50% PET riciclato post-consumo
Azienda: K.E.F.I. Kenaf Eco Fibers Italia
Riferimenti: Via Arginello, 48
46030 Villastrada di Dosolo (MN)
Tel: 0375 899074
Fax: 0375 838137
www.kenaf-fiber.com
info@kenaf-fiber.com

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

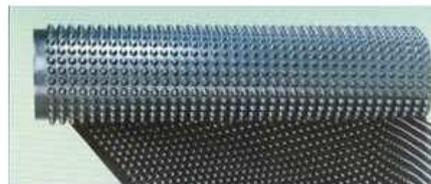
Recolan



Isolante termo-acustico in feltri e pannelli realizzato con fibre di poliestere riciclato. Prodotto atossico, allergico, senza l'aggiunta di componenti chimici e/o collanti. Indicato sia per impieghi industriali che civili.

Dimensioni: Spessori da 4 a 10 mm
Materiali: 100% fibra di poliestere riciclata
Azienda: K.E.E.F.I. Kenaf Eco Fibers Italia
Riferimenti: Via Arginello, 48
46030 Villastrada di Dosolo (MN)
Tel: 0375 899074
Fax: 0375 838137
www.kenaf-fiber.com
info@kenaf-fiber.com

Safe-Roll



Rivestimento protettivo bugnato in HDPE riciclato adatto alla protezione dello strato impermeabile nei muri controterra durante la fase di interro.

Dimensioni: Lunghezza 20 m
Larghezza da 1 a 3 m
Spessore 0,5 cm
Materiali: 100% HDPE riciclato
Azienda: Project for building
Riferimenti: Via Baraccone, 2
Mornico al Serio (BG)
Tel: 035 4490440
Fax: 035 4490752
www.projectforbuilding.it
info@projectforbuilding.it

Edifiber



Isolante termico e fonoassorbente in rotolo o pannello composto al 100% di poliestere proveniente in gran parte dalla raccolta urbana differenziata. Mantiene inalterate nel tempo le proprie caratteristiche meccaniche e di isolamento termoacustico.

Dimensioni: 60 x 120 cm
Spessori da 20 a 100 mm
Materiali: 100% PET riciclato
Azienda: O.R.V. Manufacturing
Industrie Maurizio Peruzzo S.p.a.
Riferimenti: Via Postumia, 20
35010 Carmignano di Brenta, (PD)
Tel: 049 9421600
Fax: 049 9421666
www.peruzzoindustries.com
info@peruzzoindustries.com

Isolmix Pav



Pannello fonoassorbente anticalpestio in fibra di poliestere e naturali riciclate di facile e veloce installazione. Indicato per pareti, pavimenti e nell'isolamento di tetti.

Dimensioni: Spessori da 4 a 10 mm
Materiali: Fibra di poliestere riciclata
Azienda: K.E.E.F.I. Kenaf Eco Fibers Italia
Riferimenti: Via Arginello, 48
46030 Villastrada di Dosolo (MN)
Tel: 0375 899074
Fax: 0375 838137
www.kenaf-fiber.com
info@kenaf-fiber.com

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Piastrella



Piastrella in plastica riciclata ideale per pavimentare terrazzi e balconi in alternativa a mattoni in cemento. Sono impiegate nella pavimentazione di camping, aree di gioco, campi sportivi e piscine.

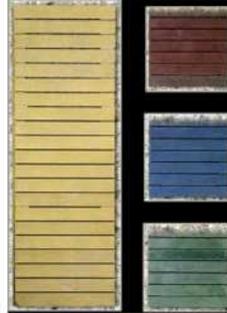
Dimensioni: 20 x 40 cm
40 x 40 cm
Spessore 6 cm

Materiali: Plastica riciclata

Azienda: Progetto Plastica

Riferimenti: via Borromeo, 2
20032 Cormano (MI)
Tel: 02 66503584 - 66500729
Fax: 02 6140259
www.progettoplastica.it
info@progettoplastica.it

Pedana modulare



Pedana modulare composta da profili rettangolari in plastica riciclata post-consumo, accostati o posizionati ad incastro.

Dimensioni: Profili 10 x 4 x 1,5 cm,
10 x 3 cm

Materiali: 100% plastica riciclata post-consumo

Azienda: Tecno Polimer srl

Riferimenti: Zona industriale ASI
81030 Piedimonte di Sessa Aurunca(CE)
Tel: 0823 680021
Fax: 0823 680814
www.tecnopolimer.it
tecnopo@tin.it

Pavimentazione



Pavimentazione ottenuta per estrusione di PP riciclato e sansa esausta. E' totalmente idrorepellente e può essere lavorata con gli stessi strumenti del legno.

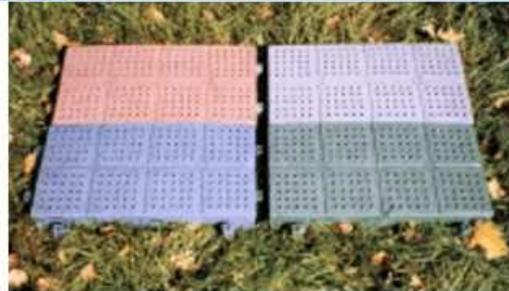
Dimensioni: Spessore da 4 a 28 mm
Lunghezza a richiesta
Larghezza massima 1250 mm.

Materiali: 100% Ecomat

Azienda: Ecoplan

Riferimenti: Contrada Primogenito - Zona Industriale (P.I.P.)
89024 Polistena (RC)
Tel: 0966 941844
Fax: 0966 933112
www.ecoplan.it
info@ecoplan.it

Rec Floor



Piastrelle in PET riciclato, ideali per la pavimentazione di giardini, campi gioco, fiere, camping, box auto. Disponibili in quattro diversi colori.

Dimensioni: 40 x 20 x 5 cm

Materiali: 100% PET riciclato

Azienda: International PET

Riferimenti: Via L. Ariosto, 72
42021 Bibbiano (RE)
Tel: 0522 881421
Fax: 0522 8813309
internationalpet@virgilio.it

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Quadrotto



Pavimentazione in plastica riciclata post-consumo per tappeti erbosi e camminamenti. Disponibile in grigio o rosso-marrone.

Dimensioni: 60 x 40 x 8 cm
Materiali: Plastica riciclata con aggiunta di poliuretano
Azienda: Distribuito da Salvadori sas
Riferimenti: Toldo di Trambileno
38068 Trento
Tel: 0464 868159
www.salvadori.com
info@salvadori.com

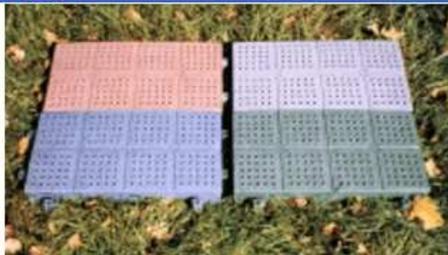
Passerella



Passerella in plastica eterogenea riciclata post-consumo ideale per spiagge, giardini e percorsi.

Dimensioni: Variabili
Materiali: 100% Synplast
Azienda: Alfa Edile srl Divisione Synplast
Riferimenti: Via Nobel, 16
72100 Brindisi
Tel: 0831 575057
Fax: 0831 575037
alfaedile@libero.it

Rec Floor



Piastrelle in PET riciclato, ideali per la pavimentazione di giardini, campi gioco, fiere, camping, box auto. Disponibili in quattro diversi colori.

Dimensioni: 40 x 20 x 5 cm
Materiali: 100% PET riciclato
Azienda: International PET
Riferimenti: Via L. Ariosto, 72
42021 Bibbiano (RE)
Tel: 0522 881421
Fax: 0522 8813309
internationalpet@virgilio.it

Pavimentazione



Pavimentazione in plastica eterogenea riciclata post-consumo in mattonelle o a doghe. Disponibile in diversi colori.

Dimensioni: Variabili
Materiali: 100% Synplast
Azienda: Alfa Edile srl Divisione Synplast
Riferimenti: Via Nobel, 16
72100 Brindisi
Tel: 0831 575057
Fax: 0831 575037
alfaedile@libero.it

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Incafloor



Mattonelle morbide profilate in PVC riciclato da posare senza colla grazie ad un sistema di assemblaggio a coda di rondine. Ideali per allestimenti temporanei. Disponibili in vari colori.

Dimensioni: 53 x 53 x 0,5 cm
53 x 53 x 1 cm
Materiali: 50% PVC vergine
50% PVC riciclato
Azienda: Ferlini Ingros sas
Riferimenti: Via G.Galilei, 1-5
20010 Cornaredo (MI)
Tel.: 02 9363644
Fax: 02 93562071
www.ferliniingros.it
ferlini@aginet.it

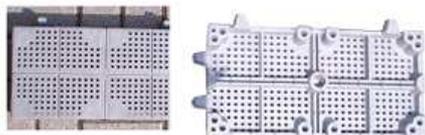
Incawood



Pavimentazione realizzata in legno vinile riciclato.

Dimensioni: 7,1 x 250 x 0,5 cm
40 x 250 x 0,5 cm
Materiali: fino a 100% PVC riciclato post-consumo
Azienda: Ferlini Ingros sas
Riferimenti: Via G.Galilei, 1-5
20010 Cornaredo (MI)
Tel.: 02 9363644
Fax: 02 93562071
www.ferliniingros.it
ferlini@aginet.it

Aprilia forata linea 900



Pavimentazione in plastica riciclata post-consumo con superficie forata antisdrucciolo e carrabile. Ideale per camminamenti, spazi ricreativi e bordi piscina. Disponibile in diversi colori.

Dimensioni: 40,8 x 20,5 x 4,5 cm
Materiali: 100% Namtene
Azienda: Arplast srl
Riferimenti: Via IV Novembre, 58
25030 Lograto (BS)
Tel: 030 9780044
Fax: 030 9972169
www.arplastsrl.com
info@arplastsrl.com

Aprilia chiusa



Pavimentazione in plastica riciclata post-consumo con superficie antisdrucciolo e carrabile. Ideale per camminamenti, spazi ricreativi e bordi piscina. Disponibile in diversi colori.

Dimensioni: 40,8 x 20,5 x 4,5 cm
Materiali: 100% Namtene
Azienda: Arplast srl
Riferimenti: Via IV Novembre, 58
25030 Lograto (BS)
Tel: 030 9780044
Fax: 030 9972169
www.arplastsrl.com
info@arplastsrl.com

ECO-PLASBRICK: SVILUPPO E SPERIMENTAZIONE DI UN SISTEMA EDILIZIO ECOSOSTENIBILE REALIZZATO CON L' IMPIEGO DI MATERIALI CERAMICI E PLASTICHE MISTE, PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Dottoranda: Alessia Guarnaccia - Tutor: Prof. Arch. Sergio Pone - Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Cotutors: Prof. Ignazio Crivelli Visconti - Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - Università degli Studi di Napoli "Federico II". Partners: Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA); Erreplast S.r.l.; Laminam S.p.A.

Pan Iride



Pavimentazione in quadrotti fonoassorbenti anticalpestio in fibra di poliestere e poliuretano espanso riciclati di facile e veloce installazione.

Dimensioni: da 40 x 40 x 0,4 cm
a 120 x 120 x 0,4 cm
Materiali: 50% PET riciclato post-consumo
50% PU espanso riciclato post-consumo
Azienda: K.E.E.F.I. Kenaf Eco Fibers Italia
Riferimenti: Via Arginello, 48
46030 Villastrada di Dosolo (MN)
Tel: 0375 899074
Fax: 0375 838137
www.kenaf-fiber.com
info@kenaf-fiber.com

Aprilia forata



Pavimentazione in plastica riciclata post-consumo con superficie forata antisdrucciolo e carrabile. Ideale per camminamenti, spazi ricreativi e bordi piscina. Disponibile in diversi colori.

Dimensioni: 40,8 x 20,5 x 4,5 cm
Materiali: 100% Namtene
Azienda: Arplast srl
Riferimenti: Via IV Novembre, 58
25030 Lograto (BS)
Tel: 030 9780044
Fax: 030 9972169
www.arplastsrl.com
info@arplastsrl.com

Pariek



Pavimentazione autobloccante in plastica riciclata e granulato di gomma formata da tre esagoni accostati. Dotata di superficie bugnata con 25 bolli da 3 cm di diametro. E' disponibile solo nella versione grigia per essere trattato con vernici acriliche successivamente alla posa in opera.

Dimensioni: 30 x 10 x 6,2 cm
Materiali: Plastica e gomma riciclate post-consumo
Azienda: Turin Carta
Riferimenti: Via Fatebenefratelli, 91
S.Maurizio Canavese (TO)
Tel: 011 9277292
Fax: 011 9277310
www.turincharta.com
info@turincharta.com

Guidonia



Pavimentazione autobloccante in plastica riciclata post-consumo con superficie antisdrucciolo e carrabile. Elevata resistenza ai carichi e alle sollecitazioni. Disponibile in diversi colori.

Dimensioni: Mod. A 26 x 15 x 3 cm,
Mod. B 26 x 8 x 3 cm
Materiali: 100% Namtene
Azienda: Arplast srl
Riferimenti: Via IV Novembre, 58
25030 Lograto (BS)
Tel: 030 9780044
Fax: 030 9972169
www.arplastsrl.com
info@arplastsrl.com